

1300
47
366
А. М. Розанов, С. И. Столицкий, О. К. Антонов

ТЕХНИКА И ПРАКТИКА ПЛАНЕРИЗМА

Учебник
для планерных кружков
станций и школ



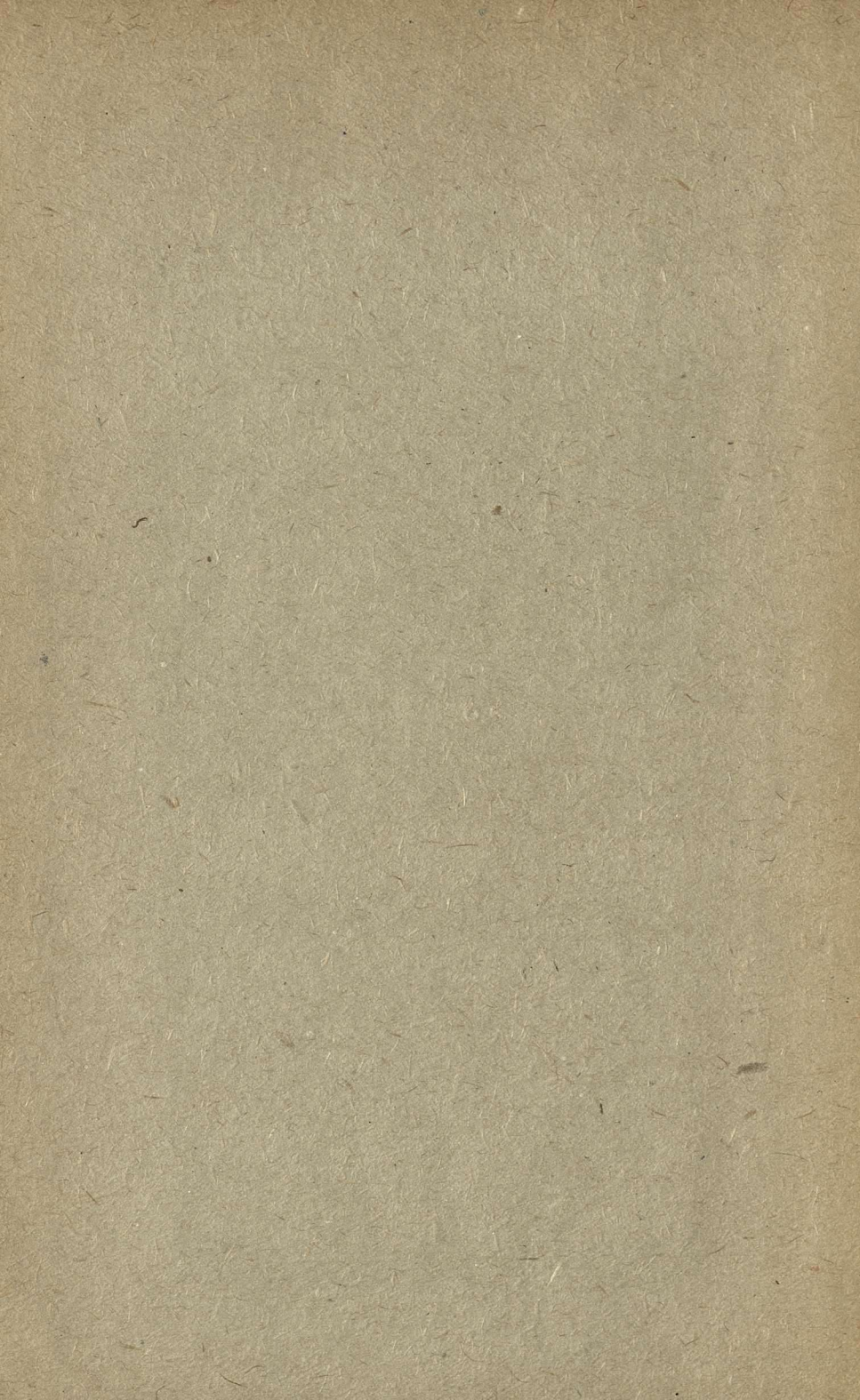
Государственное
военное
издательство
Москва — 1934





$$\begin{array}{r} 547 \\ \hline 366 \end{array}$$





А. М. Розанов, С. И. Стоклицкий, О. К. Антонов



П 95
Р 64 тн

Техника и практика планеризма


*Учебник
для планерных кружков, станций и школ*

Под редакцией Л. Г. МИНОВА

Одобен Управлением авиации

ЦС Осоавиахима СССР

Нач. авиации ОАХ ГЕЛЬФЕР

 $\frac{547}{366}$



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА—1934

Коллектив авторов, под общим руководством А. М. Розанова. «ТЕХНИКА И ПРАКТИКА ПЛАНЕРИЗМА». Труд является учебником для планерных кружков, станций и школ системы авиации Осоавиахима и содержит материалы по теории и технике планерного дела и по практике полетов в объеме первых двух ступеней обучения. Вопросы парящего полета учебником не охватываются.

Составлен учебник в расчете на усвоение его слушателями, обладающими общим образованием в объеме неполной средней школы, но содержит и материал (выделенный мелким шрифтом) для более квалифицированных слушателей, что дает возможность пользоваться им и в школах ГВФ и ВВС РККА, а также и инструкторскому составу.

Для облегчения усвоения материала ко всем главам, кроме глав, посвященных истории планеризма, даны контрольные вопросы.



2020188888

К печати подготовили:

Редактор — Е. Ф. Бурче

Технический редактор — М. Стрельникова

Корректор — К. Максимова

Выпускающий — Кондратов

Сдано в производство 16/IX 1934 г. Подписано к печати 21/XI—1934 г.

Цена книги 2 руб. 60 коп., переплет 40 коп.

Бум. формат 62 × 94/16, печ. листов 15 автор. листов 18,72, в печ. листе 48144 зн.

Уполномоч. Главлита В — 101763 ОГИЗ № 252 Зак. № 1316

Тираж 50 000.

18-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Варгунихина гора, 8.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ АВТОРОВ	6
ЧАСТЬ I. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНЕРИЗМА В СССР И ЗА РУБЕЖОМ	
Глава 1. Планерное дело и его значение	7
Что такое планеризм. Планеризм как спорт. Планеризм как средство летного отбора и как первоначальная школа летчика. Основной метод — одиночное обучение. Три ступени обучения. Классификация планеристов.	
Глава 2. Организация планерной работы в СССР	12
Планерный кружок. Планерная станция. Планерная школа. Комплектование планерных кружков и станций. Массовая работа планерных организаций. Соцсоревнование и ударничество.	
Глава 3. Первые попытки полета	18
Попытки полетов в Средние века. Первые теоретики авиации. Первые планирующие полеты. Отто Лилиенталь и его работы. Ближайшие последователи Лилиенталя. Братья Райт. Рождение первого самолета.	
Глава 4. Планеризм от бр. Райт до империалистической войны	25
Развитие планеризма в различных странах. Планеризм в дореволюционной России.	
Глава 5. Планеризм в Западной Европе и Америке после войны 1914—1918 гг.	30
Возрождение планеризма в Германии. Развитие планеризма в других странах.	
Глава 6. Планеризм в СССР	33
Первые планерные организации. Советская общественность — организатор советского планеризма. I Всесоюзные планерные испытания. II Всесоюзные планерные состязания. III Всесоюзные планерные состязания. Последующие годы развития советского планеризма. Первые шаги массового учебного планеризма. VIII Всесоюзный слет планеристов. Перестройка советского планеризма. Итоги первого десятилетия советского планеризма.	
ЧАСТЬ II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛЕТА НА ПЛАНЕРЕ	
Глава 7. Движение тела в воздухе	51
Плотность воздуха. Сопротивление воздуха. Зависимость сопротивления от скорости потока. Зависимость сопротивления от формы тела.	
Глава 8. Подъемная сила и лобовое сопротивление	57
Плоская пластинка в потоке воздуха. Закон разложения сил. Возникновение подъемной силы и силы лобового сопротивления. Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от угла атаки. Понятие о качестве крыла. Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от скорости потока. Коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.	
Глава 9. Движение крыла планера в воздухе	66
Понятие о профиле крыла. Обтекание крыла планера воздухом. Понятие об удлинении и значении формы крыла в плане. Понятие о профильном и индуктивном сопротивлении. Лобовое сопротивление и подъемная сила планера. Понятие о качестве планера. Понятие о центровке планера. Понятие о моментах сил, влияющих на центровку планера. Аэродинамические требования к эксплуатации планера.	

Глава 10. Полет и силы, действующие на планер в полете	77
--	----

Взлет планера. Полет планера на тяге амортизатора. Горизонтальный свободный полет планера. Планирующий полет планера. Потеря скорости. Парение как планирующий полет в восходящем потоке воздуха. Планер в системе восходящего потока.

ЧАСТЬ III. УСТРОЙСТВО ПЛАНЕРОВ

Глава 11. Общие сведения о типах и устройстве планеров	88
--	----

Классификация планеров. Основные элементы конструкции планеров

Глава 12. Планеры УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2	95
---	----

Общее описание планера УС-4. Общее описание планера ПС-2. Основные технические сведения о планерах УС-3 и ПС-1. Общая их характеристика.

ЧАСТЬ IV. ОРГАНИЗАЦИЯ СТАРТА И ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ НА ПЛАНЕРЕ

Глава 13. Планеродром	106
---------------------------------	-----

Планеродром. Оборудование планеродромов. Понятие о стартах и зонах. Разбивка старта. Разбивка парящего старта. Оборудование старта.

Глава 14. Правила полетов	112
-------------------------------------	-----

Для чего устанавливаются полетные правила. Установка планера на старте. Правила запуска. Правила взлета. Правила полета. Правила при посадке. Полетные права пилота. Полетная дисциплина.

ЧАСТЬ V. ТЕХНИКА ПОЛЕТА НА ПЛАНЕРЕ

Глава 15. Балансировка на планере	121
---	-----

Центр тяжести планера и движение планера вокруг центра тяжести. Установка планера. Понятие о продольной устойчивости. Действие руля высоты. Понятие о поперечной устойчивости планера. Выполнение балансировки.

Глава 16. Пробежка на планере	123
---	-----

Понятие об устойчивости пути. Действие руля поворотов. Зависимость действия руля от скорости планера. Силы, действующие на планер при пробежке. Цель выполнения пробежки. Подготовка к пробежке. Выполнение пробежки.

Глава 17. Подлет на планере	133
---------------------------------------	-----

Силы, действующие на планер во время подлета. Цель подлета. Подготовка к подлету. Выполнение подлета.

Глава 18. Полет по прямой	139
-------------------------------------	-----

Силы, действующие на планер на взлете. Планирование. Понятие о посадочной скорости. Выравнивание и выдерживание планера над землей. Цель полета по прямой. Подготовка к полету по прямой. Выполнение полета по прямой. Взлет и перевод планера на угол планирования. Выравнивание. Выдерживание планера у земли. Крены, отклонения и сносы.

Глава 19. Развороты на 45°	149
--------------------------------------	-----

Силы, действующие на планер при разворотах и виражах. Цель упражнения в разворотах на 45°. Подготовка к развороту. Выполнение разворота на 45°.

Глава 20. Развороты на 90°	154
--------------------------------------	-----

Силы, действующие на горизонтальное оперение планера при развороте. Силы, действующие на планер при сносе. Цель упражнения в разворотах на 90°. Подготовка к полету на развороты на 90°. Выполнение разворота на 90°.

Глава 21. Развороты на 180°	159
---------------------------------------	-----

Разворот с переменной рулей. Штопор. Подготовка к развороту на 180°. Выполнение разворота на 180°. Посадка на точность.

ЧАСТЬ VI. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПЛАНЕРОВ УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2.

Глава 22. Основные правила обращения с планером в эксплуатации	164
--	-----

Осмотр планера. Правила осмотра планера. Как обеспечить тщательный осмотр планера. Осмотр амортизатора. Вынос и подноска планера. Доставка на старт. Стартовое имущество и инструмент. Запуск. Обслуживание планера на старте. Осмотр планера после грубых посадок. Хранение планера на старте. Доставка на старт и осмотр после полетов.

Глава 23. Нормы эксплуатации, транспортировка, приемка и хранение планеров	172
--	-----

Нормы эксплуатации. Транспортировка. Приемка. Хранение планеров.

Глава 24. Сборка, разборка и регулировка планеров УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2	179
---	-----

Сборка. Регулировка. Регулировка рулей высоты. Разборка планера

Глава 25. Ремонт планеров и учет их работы	182
--	-----

Виды ремонта. Практические указания по производству ремонта. Учет.

ЧАСТЬ VII. ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЕОРОЛОГИИ ПЛАНЕРИЗМА

Глава 26. Понятие о метеорологии и ее основных элементах	188
--	-----

Понятие о метеорологии. Понятие об атмосфере. Тропосфера и стратосфера. Солнце как источник энергии атмосферы. Основные метеорологические элементы.

Глава 27. Происхождение погоды и понятие о фронтах	199
--	-----

Понятие о равновесии атмосферы. Карта погоды. Происхождение воздушных масс. Понятие о фронтах. Использование фронтов для парящих полетов.

Глава 28. Ветер и потоки обтекания	204
--	-----

Ветер. Повторяемость ветров. Суточные и годовые колебания ветра. Восходящие потоки обтекания. Основные требования при выборе склонов для парения.

Глава 29. Восходящие потоки термического происхождения	213
--	-----

Основные причины, вызывающие термические потоки. Простейшие схемы восходящих потоков. Кучевые облака, как вершины восходящих потоков. Три случая растекания восходящего потока. Восходящие потоки в облаках.

ЧАСТЬ VIII. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ

Глава 30. Классификация, причины аварий и условия их порождающие	220
--	-----

Что такое поломка, авария и катастрофа. Причины и классификация причин поломок, аварий и катастроф. Пилотские аварии. Учебные аварии.

Глава 31. Борьба с аварийностью и устранение причин ее и условий ее порождающих	228
---	-----

Способы предупреждения аварийных случаев. Дисциплина на старте. Здоровье и дисциплина в личном быту. Бережное хранение и содержание материальной части. Задачи инструктора. Разбор аварийного случая.

Приложения. Таблицы достижений зарубежного и советского планеризма	234
--	-----

О Т А В Т О Р О В

В настоящей книге изложены теория и практика планерного дела в объеме, необходимом рядовому планеристу, проходящему обучение I и II ступеней. Содержание глав, относящихся к технике полета на планере и к описанию планеров, построено применительно к материальной части, которой пользуются все планерные организации для обучения в пределах I и II ступеней, т. е. планерам УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2. Эти планеры, принятые как стандартная материальная часть, несмотря на ряд различных конструктивных изменений, вводимых в них заводом по мере эксплуатации, сохраняют в основном тот тип, к которому приспособлена единая методика, установленная для одиночного обучения на основе продолжительной практики в спортивно-учебных планерных организациях Осоавиахима.

Книга является пособием для обучающихся в планерных школах, станциях и кружках по всем вопросам их программ и для инструкторского состава средней квалификации. Так как объем знаний, требуемый для инструкторского состава, значительно выше того, который необходим планеристам I и II ступеней, текст дополнен более детальными сведениями (мелкий шрифт).

Однако даже в этом объеме книга не охватывает полностью изложения методики обучения, необходимой для инструкторского состава, поскольку это требует специального руководства, рассчитанного только на инструкторский состав и выходящего отдельным изданием, так же как и пособия по методике обучения парящему полету (книги Васянина и Бородина).

I часть с разделами по истории, состоянию планеризма и его организации в СССР написана т. С. И. Стоклицким. Описание планеров УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2 (часть III) составлено инж. О. К. Антоновым. Все прочие разделы книги, кроме IV части, написаны т. А. М. Розановым.

Авторами IV части, посвященной эксплуатации и ремонту планеров, являются гг. Пашабрин и Тихомирнов, работники Казанской планерной школы, добившиеся в эксплуатации планеров лучших показателей.

Материал, представленный ими в распоряжение составителей настоящей книги, подвергся лишь незначительным изменениям.

ЧАСТЬ I

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНЕРИЗМА В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

Глава I

ПЛАНЕРНОЕ ДЕЛО И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Что такое планеризм. Планеризм — это летание на аппаратах тяжелее воздуха, не имеющих (в отличие от самолета) мотора или другого двигателя как источника энергии для полета. Поэтому планеризм называется иначе *безмоторным летанием*.

Особенности планеризма сделали его исключительно ценным средством отбора летчиков, широко доступным видом массового авиаспорта и средством подготовки летных и технических авиационных кадров.

Планеризму присущи такие неопенимые качества, как дешевизна, несложная техника, завлекательность, большие летные возможности, летная общедоступность, спортивность и высококультурный характер всей работы.

Он обладает большим разнообразием летных возможностей, начиная от полета-прыжка продолжительностью в несколько секунд и кончая спортивно-рекордными полетами на больших высотах в течение десятков часов, дальними перелетами и высшим пилотажем.

Эта сторона планеризма и является основой его общедоступности, позволяя довести летное обучение любого здорового человека до высшего пилотажа или какой-либо промежуточной стадии, дальше которой этот человек по своим летным задаткам пойти не может.

Непосредственная летная перспектива, возможность летать, не отрываясь от своего производства, так же легко и просто, как уйти в свободные часы или день на лыжах или уехать за город на велосипеде, обеспечивают успех планеризма у трудящейся молодежи.

Планеризм как спорт. Чрезвычайно простая техника планерного дела, требующая для начальных полетов стандартный планер, резиновый шнур-амортизатор и ровную площадку диаметром около 150—200 м, а в дальнейшем — небольшие возвышенности, позволяет приблизить планеризм непосредственно к предприятию.

Планеризм гораздо дешевле целого ряда видов спорта. Он де-

шевле авто- и мотоспорта, дешевле гребного, парусного, а тем более моторного водного спорта. Это делает его доступным любому заводу, клубу, совхозу и даже просто группе любителей, приобретающих планер на собственные средства. Достаточно сказать, что учебный планер производства планерного завода Осоавиахима стоит 800 руб.

В то же время планеризм представляет по содержанию и методам работы исключительно ценный и увлекательный вид массового пролетарского спорта. В силу этого вся планерная работа должна быть тесно связана с деятельностью физкультурных организаций, из состава которых в значительной мере должны черпаться физически годные и закаленные планеристы. Это относится в первую голову к носителям значка ГТО.

Планеризм сам по себе высококультурен. Он подводит непосредственно к высшей отрасли техники — авиации. Он заставляет обращаться к технической книге. Он прививает дисциплину в работе, создает технические навыки. Он легко увязывается с другими видами спорта — лыжами, велосипедом и т. д., особенно, когда полеты производятся на планерных станциях за городом.

Планеризм как средство летного отбора и как первоначальная школа летчика. Летное обучение на планере позволяет в очень короткий срок выявить летные способности ученика и тем самым провести отбор кандидатов в летные школы. До сих пор это делалось в процессе обучения на самолете и стоило больших денег. Если из отобранных обычными путями учлетов в процессе обучения отсеивается за неспособностью до 30%, то из планеристов, уже проверенных на планере, отсева почти не бывает. На занятиях по планеризму будущий летчик получает первоначальное летное обучение и авиационную грамотность, что в дальнейшем сокращает время обучения на самолете и удешевляет его.

Планеризм вырабатывает психо-физиологические качества и свойства, которые необходимы летчику в его работе. В процессе планерного обучения вырабатываются и прививаются политикоморальные качества воздушного бойца Советской страны. Дисциплина, самообладание и уверенность в себе, решительность, смелость, соединенная с разумной осторожностью, упорство в достижении намеченной цели, любовь к авиаспорту и авиатехнике — вот ряд качеств, необходимых летчику. Интерес к летному делу, стремление повышать свои знания, высокая дисциплинированность и высокая политическая сознательность — вот что требуется от советского пилота.

Летное значение планеризма далеко не исчерпывается этой прикладной стороной: безмоторное летание само по себе представляет самостоятельный законченный вид летания. Это — целая школа очень высокой авиакультуры и техники, требующая в своей высшей стадии человека исключительных летных качеств. Недаром многие опытные летчики моторной авиации оказываются не в состоянии так владеть планером, как это мастерски делает иной «природный» планерист, обладающий буквально «птичьим чутьем». Грамотно учитывая метео-

рологическую обстановку и возможности своего аппарата, мастер-планерист подчас делает буквально чудеса, поднимаясь на огромные высоты, паря десятками часов, пролетая без мотора расстояния, измеряемые уже сотнями километров, и проделявая на планере фигуры высшего пилотажа.

Планеризм имеет высокое научно-техническое значение для всех отраслей авиатехники. С помощью специально построенных планеров-парителей и экспериментальных планеров проверяются конструктивные формы, аэродинамические законы, метеорологические явления и т. д. Многие самолеты, а в особенности легкие, как у нас, так и за границей конструктивно выросли из планеров, не говоря уже о косвенном техническом влиянии планеризма на самолетостроение. В планеризме вырабатываются конструктора планеров и самолетов. Не случайно для многих известных конструкторов-инженеров самолетостроения планеризм явился ценнейшей школой.

Последние достижения в конструкции планеров и технике безмоторного полета вносят существенные изменения в технику воздушных сообщений. Это — применение воздушных буксиров для целей авиатранспорта, создание воздушных поездов.

Таким образом планеризм дал и дает нам следующие возможности:

а) сравнительно легко и без больших затрат отобрать летные кадры для нашей авиации;

б) дать им первую ступень подготовки летчика, значительно удешевив его обучение;

в) привлечь к авиации многочисленные кадры молодежи, привив им основы авиакультуры;

г) вовлечь молодежь в авиаспорт без значительных затрат;

д) воспитать высокие качества, необходимые для воздушного бойца — строителя социализма и защитника Советской страны от нападений врагов;

е) развивать технику авиации вообще;

ж) ввести в практику авиатранспорта воздушные поезда.

Всем этим планеризм непосредственно содействует авиации нашей страны, обеспечивает обороноспособность Советского союза.

Основной метод — одиночное обучение. Основным методом обучения полетам на планере у нас и за границей — это одиночное обучение, в то время как в летных авиашколах обучение производится на двухместных самолетах в непосредственном присутствии инструктора. При подготовке парителей принят комбинированный метод обучения на одноместном и двухместном планерах.

Индивидуальный метод обучения обладает рядом преимуществ. С самого начала обучающийся должен рассчитывать только на самого себя. В условиях большинства наших планерных станций учебные полеты продолжаются обычно до 1—1,5 мин., и в процессе обучения они проходят промежуточные стадии 10-, 15- и т. д. секундных полетов. Кратковременность полетов требует от ученика большого внимания, быстрой ориентировки и верных действий, что прекрасно способствует выработке необходимых летных качеств и сразу же выявляет негодных к дальнейшему обучению.

Три ступени обучения. Обучение полетам разделяется на три ступени.

Первая ступень — наиболее важная прежде всего потому, что здесь производится отбор, закладываются основы воспитания и подготовки будущего летчика, а затем потому, что она охватывает десятки тысяч кружковцев-планеристов.

Первая ступень обучения приобщает человека к воздуху. В этот период молодой планерист заражается желанием летать и фактически начинает летать. Он осваивает принципы управления планером и преодолевает трудности полета. Он получает сноровку во взлете, полете по прямой и в посадке. Здесь же выявляются и воспитываются его качества как будущего бойца и спортсмена.

Первая ступень проходится на ровной площадке или же на местности с небольшим уклоном.

Четыре последовательных упражнения, состоящие из 15—20 пробежек и 25—35 полетов и полетов по прямой, в результате научают водить планер по прямой.

Этот этап обучения может быть пройден непосредственно «у ворот» завода, вблизи красноармейских казарм и т. п. на ровной площадке радиусом 150—200 м.

Вторая ступень обучения состоит из трех упражнений в 25—35 полетов со склонов высотой до 30 м и выше. Здесь ученик учится делать развороты на 180° и в результате получает квалификацию пилота-планериста.

Эта ступень должна проходиться на планеродроме, где имеются достаточные возвышенности. Таким планеродромом обычно обладают станции и школы, но их могут иметь и кружки.

Третья ступень обучения проходится в станциях и школах, имеющих хорошие планеродромы, допускающие парящие полеты.

Здесь вырабатываются пилоты-парители, т. е. летчики-планеристы, полностью владеющие безмоторным аппаратом и могущие использовать восходящие и термические потоки для парения.

Бракование и отсев неспособных к летному искусству должны в основном закончиться в первой ступени. Уже второе упражнение выявляет некоторые летные качества ученика. После четвертого упражнения достаточно рельефно выявляются летные способности.

Первая и вторая ступени в результате вырабатывают пилота-планериста, квалификация которого заключается в умении управлять планером и совершать планирующие полеты с разворотами на 180° .

Отсев может быть и во второй и в третьей ступенях, так как часто бывает, что ученик, успешно окончивший первую ступень, оказывается слабым при более сложных упражнениях.

Психо-физиологические недостатки, например боязнь высоты, могут выявиться только во второй и в третьей ступенях.

Во всяком случае основной отсев, как это подтверждается опытом, может быть произведен в первой ступени обучения.

Летное обучение на планере сравнительно несложно. Курс пер-

вой и второй ступеней доступен каждому нормальному, здоровому человеку.

Для парителя же необходимо иметь высокие летные способности. Летная квалификация летчиков-планеристов определяется следующим образом.

Классификация планеристов. 1. Первая ступень. Окончивший получает право совершать планирующие полеты без разворотов на учебном планере, на котором учился. Окончивший первую ступень получает право перехода во вторую ступень или право тренировки по первой ступени в своей организации.

2. Вторая ступень. Дает звание *пилота-планериста*.

Окончившим вторую ступень на станциях дается право полетов на планере, на котором учился.

Окончившим специальный курс станций дается звание *младшего инструктора* и право летать на всех типах учебных серийных планеров и вести обучение в кружках.

3. Третья ступень. Дает звание *пилота-парителя*.

класс «А» — для окончивших курс парения, что дает право производить парящие полеты на стандартных планерах-парителях;

класс «Б» — для прошедших тренировку на тренировочных и рекордных планерах, буксировку и пилотаж, с правом производить парящие полеты на всех уже испытанных планерах и с пассажирами.

Прошедшие специальный курс буксировки, слепых и ночных полетов и высшего пилотажа имеют право производить любые полеты и испытывать новые типы.

4. Высшая ступень. Категория *мастера* может быть присвоена за выдающиеся достижения при общем высоком качестве парителя.

Обучение полетам сравнительно безопасно. Случаи катастроф, т. е. аварий с человеческими жертвами, редки и в разных странах происходят в большинстве от недостаточно серьезного отношения к работе. Причинами аварий являются обычно грубые нарушения полетных правил, дисциплины или небрежное содержание планера.

Хотя летное обучение на планере — дело несложное и безопасное, все же надо помнить, что планеризм — это авиация и шутить здесь нельзя. При нарушениях дисциплины, при халатном и грубом отношении к делу неизбежны случаи аварий и катастроф.

Дисциплина полета и старта — залог безаварийности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое планеризм?
2. В чем его отличие от моторной авиации?
3. В чем заключаются качества планеризма как спорта?
4. Что обеспечивает массовость планеризма в СССР?
5. Какое значение имеет планеризм для отбора наиболее способных к летной работе?
6. Зачем необходим отбор наиболее способных для летной работы?

7. Какие качества вырабатывает планеризм у будущего летчика?
8. Какое значение имеет планеризм для авиатехники?
9. Перечислите вкратце, чем ценен планеризм.
10. В чем особенность принятого метода обучения полетам на планерах?
11. В чем заключается первая ступень обучения полетам на планерах?
12. Что представляет собой вторая ступень обучения?
13. Какие звания даются обученным полетам на планерах и какие летные права соответствуют этим званиям?
14. Почему дисциплина и безаварийность являются необходимыми условиями занятия планеризмом?

Глава 2

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАНЕРНОЙ РАБОТЫ В СССР

Планерный кружок. Планерный кружок — первичная форма организации массовой планерной работы. Он является основным звеном добровольной авиаоборонной работы трудящихся-осоавиахимовцев на предприятии, в совхозе и т. п.

Методы работы кружка — это организация самодеятельности осоавиахимовцев-планеристов и обучение их полетам без отрыва от производства.

Организации Осоавиахима предприятий, совхозов, учреждений совместно с организациями комсомола и профсоюзными фабзавместками создают планерные кружки и вовлекают в них молодежь из партийцев, комсомольцев и лучших, проверенных ударников из беспартийной молодежи. Успех работы кружка в большой степени зависит от внимания и поддержки, оказываемых ему предприятием и осоавиахимовскими организациями.

Работа планерного кружка складывается из:

- а) летного обучения членов кружка;
- б) прохождения с ними теоретической программы занятий, дающей авиапланерный минимум и позволяющей приступить к дальнейшему овладению авиатехникой;
- в) пропаганды планеризма и авиации среди трудящихся предприятия (совхоза, учреждения и т. п.), а также в своем районе.

Члены кружка проходят летное обучение на площадке кружка или же на общей планерной станции, если это возможно и если это повышает успешность работы. Климатические особенности наших центральных районов, Сибири и Украины, позволяют производить два выпуска в течение летне-осеннего периода и один — в весне. В южных районах (Крым, Закавказье и т. п.) выпуски могут быть распределены более равномерно и план легко может быть перевыполнен.

Состав кружка количественно не ограничивается. Для проведения летного обучения кружок разбивается на летные группы по 10—15 чел. в каждой. В зависимости от наличия инструкторов, планеров и прочих средств группы занимаются одновременно или последовательно одна за другой. Нелетающие члены кружка проходят теоретическую программу.

Приписка кружка к планеру станции. Летно-методическое и специально-техническое руководство планерный кружок получает от планерной станции.

Для этого каждый планерный кружок приписывается к планерной станции ближайшего аэроклуба, без разрешения которой планерный кружок не имеет права производить полетную работу.

Это разрешение планерная станция дает при условии обеспечения кружка инструктором соответствующей квалификации, планеродромом и пригодным для учебных полетов планером.

Инструкторский состав. Если у кружка имеется свой инструктор, планерная станция проверяет его, перед тем как допустить к учебной работе, а в последующем контролирует его и следит за его переподготовкой.

Если у кружка нет своего инструктора, он направляет одного или двух своих членов из числа лучших планеристов на ближайшую станцию, имеющую право готовить инструкторов для кружков. Подготовившись, эти товарищи становятся инструкторами в своем кружке.

Все прочее руководство кружок получает от организации Осоавиахима своего предприятия (учреждения, совхоза и т. п.).

Инструктора в зависимости от местных условий и масштаба работы либо являются освобожденными работниками либо работают по совместительству. Наличие инструктора-общественника, работающего без отрыва от производства, — это дело чести кружка. При наличии нескольких инструкторов один из них является старшим и руководит всей летной работой.

Средства, необходимые кружку. Для работы кружка, подготавливающего 50 чел. в течение года, необходимы примерно следующие средства:

а) Содержание инструктора: оклад (около 200 руб.) спецпитание и спецобмундирование	3 000 руб.
б) Стоимость материальной части: из расчета 1 планер на 2000 посадок и необходимых для подготовки 50 чел. (при 80 натяжках для каждого) 4000 посадок получаем 2 планера, что при средней стоимости планера с перевозкой в 1 000 руб. дает	2 000 »
в) Стоимость 4 амортизаторов длиной каждый в 50 м из расчета 1 000 натяжек на амортизатор, при цене 2 р. за 1 м	400 »
г) Оборудование площадки и хранение планера	300 »
д) Оборудование и ремонт планера	150 »
е) Учебные пособия	150 »
Итого	6 000 руб.

Расход на одного обученного планериста составит: $\frac{6\,000}{50} = \text{около}$

120 руб. в год. Такой расход отнюдь не может быть признан значительным.

Когда один инструктор обслуживает несколько кружков, расход на его содержание, падающий на один кружок, значительно снижается. Этот расход вовсе отсутствует, когда инструктор работает в общественном порядке.

Если кружок небольшой, подготавливающий не свыше 30 чел. в год в объеме I ступени или 15 чел. в объеме II ступени, то ближайшая оосавиахимовская планерная станция может обеспечить

его планеродромом, хранением планера и инструктажем. Расходы такого кружка выражаются примерно в следующих цифрах:

а) Планер по средней стоимости с доставкой	1 000 руб.
б) Затраты по ремонту планера	100 »
в) Амортизатор	100 »
г) Различные расходы	100 »

Итого . . . 1 300 руб.

Площадка и помещение для хранения планера. Площадка, удобная для занятий кружка (планеродром), выбирается вблизи предприятия, при котором создан кружок. Площадкой могут служить например достаточной величины спортплощадка, если она свободна от препятствий, луг, выгон, поле, свободное место территории завода и т. п.

В этом случае планеры хранятся в каком-либо из помещений предприятия. Заводоуправление и завкомы легко смогут предоставить небольшое сухое помещение для двух планеров «Стандарт», каждому из которых в собранном виде требуется площадь около 12×4 м и высотой в 2 м.

К месту полетов планер подвозится на простейшей транспортной тележке силами кружковцев или заводской лошади.

При значительном (более 2 км) удалении места полетов хранение планера организуется на месте, чтобы избежать дальних перевозок планера. В этом случае кружок арендует какой-либо сарай или собственными средствами сооружает простейшее хранилище из строительных отходов и утильсырья, которые обычно имеются на заводских дворах и стройках.

Если в районе кружка имеется общая планерная станция, хранение планеров производится в общем ангаре станции.

Планерная станция. Планерная станция (аэроклубная, областная, городская) является центром руководства планерными кружками данного района, города и т. п. На крупных предприятиях и стройках организуется иногда несколько кружков, на основе которых по мере расширения работы и подготовки кадров опытных планеристов может быть создана планерная станция данного предприятия.

Производя помимо общего руководства полетную работу у себя на планеродроме, планерная станция служит образцом постановки полетной работы для всех приписанных к ней кружков.

Тем кружкам, которые не имеют собственных планеродромов и инструкторов, или тем кружкам, которые не имеют возможности проходить обучение по II ступени, планерная станция предоставляет свой планеродром и своих инструкторов.

Планерная станция prepares инструкторов для приписанных к ней кружков и после их направления в кружки следит за их учебой и переподготовкой.

Контролируя работу кружков, повышая качество их летной работы, организуя борьбу за безаварийность и дисциплину, планерная станция имеет по отношению к невыполняющим ее требова-

ния все права, вплоть до снятия инструктора кружка и запрещения летной работы кружка.

Станция — база планерной работы района. Основное назначение ее — обеспечивать обучаемым получение квалификации пилотов-планеристов. На планерной станции работают кружки всех ступеней и типов, работают без отрыва от производства кружковцы I ступени, группы отпускников, проводящих отпуск в лагере на планерной станции, и различные курсы с отрывом от производства. Формы и методы работы станции весьма разнообразны.

Станция должна иметь удовлетворяющие своему назначению планеродром и ангары.

Ангары рассчитываются на пропускную способность станции. Часть их может быть построена средствами крупных организаций, работающих на данной станции.

Для жилья инструкторов и обслуживающего состава арендуется или строится соответствующих размеров дом. В нем же или в отдельном доме устраиваются помещения для ленутоллка, планерного кабинета, буфета, санитарного поста, штаба станции, комнаты инструкторов, комнаты для приезжающих и т. д. Специальные помещения или часть перечисленных выше служат для занятий с курсантами и собраний. Метеорологический пост и радиопост располагаются обычно в вышке на доме.

Служебные постройки используются для хранения инвентаря, транспорта, противопожарного оборудования; для ремонта планеров обязательно организуются специальные мастерские.

На лето при станциях организуются лагеря осовиахимовского типа для обучения планеристов, проводящих свой отпуск на станции. При лагерях устраиваются кухни, столовые, тир и гимнастические городки.

Планерная школа. Планерная школа — высшая ступень учебно-планерной организации.

Обучение в ней производится с отрывом от производства. Выпускаются школой инструктора-планеристы различной квалификации. Школа, как и станция, является центром и рассадником планерной культуры. К ней приписывается определенный район, учебно-методическим центром которого она становится. В большинстве случаев при школе существует и планерная станция для охвата первичных организаций. При школе организуется также необходимое количество начальных групп для предоставления курсантам школы практики в обучении под наблюдением опытных инструкторов.

Организация работы и внутренний распорядок в школе носят военизированный характер. Это повышает дисциплину и продуктивность работы и облегчает подготовку из планеристов кадров закаленных, тренированных пилотов для военных воздушных сил.

Как в школах, так и на станциях широко развертывается рационализаторская работа по технике старта, эксплуатации и обучению.

Комплектование планерных кружков и станций. Комплектование кружков производится непосредственно на предприятии (в совхозе, учреждении и т. п.) специальной мандатной комиссией из представителей комсомола, ФЭМК и Осоавиахима.

Возраст комплектуемых в кружки I ступени — от 16 лет и старше.

Начинающий планерист должен обладать нормальным здоровьем. Поэтому все кандидаты пропускаются прежде всего через медицинскую отборочную комиссию. Для организаторов и энтузиастов планеризма, которые останутся в рядах планеристов, но в авиацию дальше не пойдут, допускается некоторое снижение требований в отношении здоровья.

Социально-политический отбор обеспечивает комплектование планерных организаций лучшими представителями рабочей молодежи, членами партии, комсомольцами и лучшими ударниками-беспартийными, проверенными на своей работе и в общественно-политической жизни цеха, отдела, предприятия.

Все отобранные должны быть членами Осоавиахима; сдавшие нормы на значок ГТО имеют преимущество при других равных условиях. Если среди набранных имеются столяры, слесари и т. п., то их разбивают по группам, по возможности равномерно, что облегчает организацию ухода за планером и ремонта.

Наборы как правило производятся по времени с таким расчетом, чтобы, пока предыдущий набор летает, следующий уже проходил теоретическую учебу. Опыт показывает, что в дальнейшем при отборе во II ступень примерно для $\frac{1}{3}$ состава кружка требуется дополнительная общеобразовательная подготовка в объеме пяти классов средней школы. Поэтому стремятся обеспечить этот уровень подготовки у принимаемых уже при отборе в I ступень.

Во II ступень отбираются товарищи в возрасте от 16 до 26 лет, обладающие таким здоровьем, какое требуется для службы в РККА.

Члены кружков, отбираемые для дальнейшего обучения, должны иметь стопроцентную летную успеваемость.

Отбор кандидатов для дальнейшего обучения производится на планерной станции, где все кандидаты подвергаются летной проверке и просмотру специальной комиссией из представителей местных партийных, комсомольских, осовиахимовских и профсоюзных организаций.

Окончившие II ступень частью используются для комплектования летных школ ВВС РККА, школ и аэроклубов Осоавиахима, частью поступают в школы планеристов-инструкторов, прочие же остаются на производстве. Задачей местного аэроклуба является объединение этой последней части планеристов для дальнейшей их тренировки.

Оставшиеся на предприятиях планеристы обеспечиваются летной тренировкой. Если этого не может организовать кружок при предприятии и нет местного аэроклуба, то это является обязанностью планерной станции, которая выделяет в расписании своей

работы особые дни для этого. Каждый пилот-планерист приписывается к ближайшей станции, школе, аэроклубу, где он и получает постоянную или периодическую тренировку. Полезной формой работы является организация специальных кратковременных сборов пилотов-планеристов для тренировки и переквалификации. Такими путями поддерживается довольно мощный резерв пилотов-планеристов.

Планеристы, призываемые в ряды РККА, имеют преимущество зачисления в части ВВС, а некоторая их часть, получившая инструкторскую подготовку, даже освобождается от призыва.

Прием в школы инструкторов планерного дела производится с наибольшей тщательностью как в летном, так и в социально-политическом отношениях.

Массовая работа планерных организаций. Планерные кружки, станции, школы проводят большую агитационно-пропагандистскую работу, привлекая внимание широких масс рабочих, колхозников и красноармейцев к вопросам авиационной культуры и втягивая их в активную работу по планеризму. Планерные организации информируют общественность о своих достижениях и демонстрируют свою работу, устраивая доклады, выставки и экскурсии рабочих на планеродромы. Демонстрация полетов — наилучшая пропаганда планеризма.

Выпуски планеристов, окончивших обучение в кружках, на станциях и в школах, обычно приурочиваются к революционным праздникам или праздникам предприятия и соответственным образом торжественно обставляются. Лучшие ударники учебы премируются.

Соцсоревнование и ударничество. В работе планерных организаций находят широкое применение методы соцсоревнования и ударничества. Благодаря этим методам значительно повышаются эффективность работы, качественные и количественные ее результаты.

Основной упор в соцсоревновании учетов, летных групп и кружков делается на работу на старте, причем устанавливаются конкретные показатели, достижимые за короткий период — от шестидневки и до одного летного дня; это не исключает конечно и соревнования на более длительные сроки. Как и во всяком соревновании, важнейшее значение имеют тщательный учет его и поощрение передовых ударников.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где и как организуются планерные кружки?
2. В чем состоят задачи планерного кружка?
3. Для чего служат планерные станции? Каково их основное назначение?
4. В чем заключается задача планерной школы?
5. Как производится комплектование планерных кружков?
6. Зачем необходима последующая тренировка?

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ ПОЛЕТА

Попытки полетов в Средние века. Проблема полета с давних времен занимала мысль человека. Характерной чертой первых попыток, начавшихся еще в Средние века, является подражание полету птицы, стремление к гребному полету с помощью мускульной силы и частично простое прыгание с возвышенных предметов с помощью больших зонтов — предшественников парашюта.

Эти попытки основывались не на какой-либо теории, а лишь на умозрительном копировании полета птиц.

Первые теоретики авиации. Первые теоретические исследования в области полета принадлежат гениальнейшему человеку своего времени, итальянцу Леонардо да-Винчи, жившему на рубеже XV и XVI столетий.

Он сделал много проектов летательных аппаратов, чертежи которых сохранились и указывают на правильность многих принципов Леонардо. Он не построил однако ни одного аппарата, ибо отдавал себе отчет в недостаточной мощности для полета мускульной силы человека (учитывая уровень техники того времени).

Работы Леонардо да-Винчи имеют только историческое значение и не дали толчка к развитию авиации.

Наибольшим препятствием к развитию авиации было отсутствие каких бы то ни было знаний в области аэродинамических явлений.

Первым исследователем в этой области уже через очень много лет после Леонардо да-Винчи был англичанин Кэйлей. Работы Кэйлея (1809 г.) оказали большое влияние на дальнейшее развитие авиации.

Первые планирующие полеты. Через полстолетия после работ Кэйлея французский морской капитан Ле-Бри построил планер наподобие птицы альбатроса и летал на нем в окрестностях Бреста в 1867 г. Фюзеляж был сделан наподобие лодки, в которой помещался пилот, имевший возможность с помощью своего тела изменять угол крыльев и хвоста аппарата. Взлет осуществлялся со специальной тележки, которую быстро везли лошади против ветра. Когда достигалась достаточная скорость, Ле-Бри увеличивал угол атаки крыльев и отпускал веревку, которой планер был соединен с тележкой.

Большое значение имели работы француза Муйяра, описавшего свои тридцатилетние наблюдения над полетом птиц.

Между тем после опытов Монгольфье люди начали летать на аэростатах, и развитие воздухоплавания стало отчасти тормозом развития авиации. Другим серьезным тормозом развития авиации было неправильное направление исканий в сторону полета с помощью машущих крыльев. Этим объясняется, что успешная по-

пытка Ле-Бри летать по принципу скользящего полета с неподвижными крыльями осталась незамеченной и не вызвала подражателей.

До конца прошлого столетия еще не было ни одного осуществленного образца летательного аппарата, на котором были бы проведены успешные полеты и схему которого можно было бы взять в основу аэроплана, хотя уже летали их модели и были серьезные попытки полетов человека.

Эти попытки не всегда кончались неудачей по техническим причинам. Подчас технические неудачи были незначительными, но дальнейшая работа приостанавливалась из-за отсутствия средств.

Отто Лилиенталь и его работы. Создание летательного аппарата выпало на долю немецкого инженера Отто Лилиенталья, которого человечество признало основоположником авиации, хотя в то же самое время, в 1890 г., совершил первый полет, в современном его понимании, также и француз Адер (интересно, что дальность полета Адера равнялась всего лишь 50 м).

Достоинство работ Лилиенталья заключалось в глубокой и серьезной проработке вопросов полета и в непосредственной увязке теоретических выводов и экспериментов с практикой полета. В результате своих работ Лилиенталь дал ряд основных положений аэродинамики, устойчивости летательного аппарата, схемы его и приемов полета. Этим Лилиенталь сразу шагнул далеко вперед и это обеспечило ему признание многочисленных последователей.

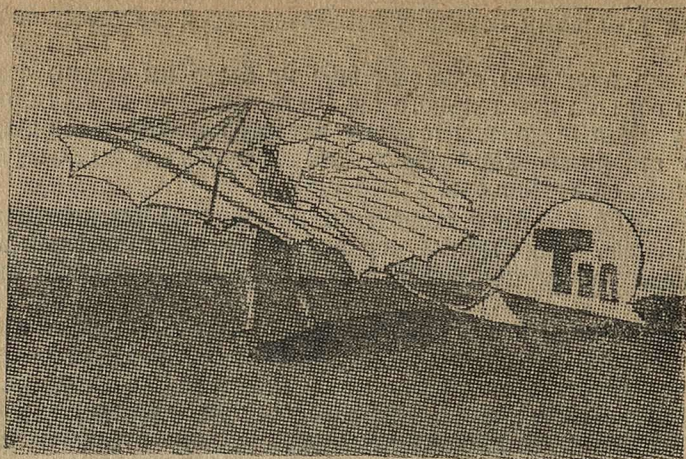
На основе своей исследовательской работы Лилиенталь сделал шаг исключительного принципиального значения: он перешел к планирующим полетам, т. е. к скольжению при помощи жесткого крыла вместо прежних попыток машущего полета.

Это решило проблему полета человека.

Лилиенталь строил балансирные планеры, и устойчивость аппарата зависела от той ловкости, с которой пилот сохранял равновесие, балансируя собственным телом (рис. 1).

Он достиг почти парения, так как ему неоднократно удавалось «стоять» в воздухе, но делать эволюции в воздухе и удлинить этим свой полет он боялся, так как понимал, что его балансирный планер не является подходящим аппаратом для парения. Для этого нужен был не балансирный аппарат, а удобный для летчика планер, управляемый рулями, к чему и стал переходить Лилиенталь, сделав на своем балансирном биплане (рис. 2) горизонтальный руль, управляемый висящим пилотом. Лилиенталь естественно летал только по прямой, и в первую очередь его интересовала продольная устойчивость и как следующий шаг — поперечная и боковая. Поэтому он в первую очередь сделал руль высоты, испытание которого стало для него роковым.

Лилиенталь уже решил превратить свой планер в самолет, для чего известной автомобильной фирме Бенц был заказан мотор. Но отважному исследователю и летчику не удалось осуществить

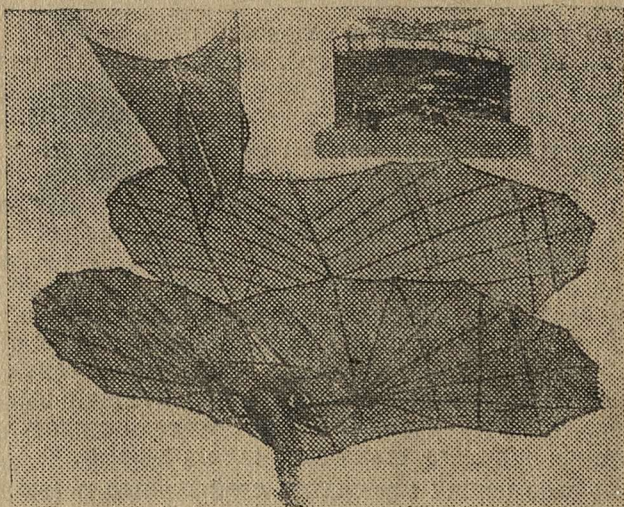


Р и с. 1. Планер (моноплан) Лилиенталь

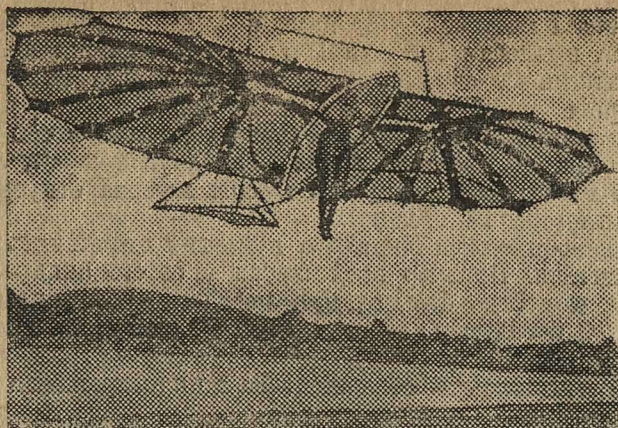
этого плана: 9 августа 1896 г. при испытаниях руля высоты планер перевернулся в воздухе и упал с высоты 15 м. Разбившийся Отто Лилиенталь умер на следующий день со словами: «Жертвы должны быть принесены».

Так погиб великий энтузиаст человеческого полета, совершивший свыше 1 000 полетов-прыжков.

Благодаря широкой публикации своих работ и передаче своего опыта Лилиенталь имел многочисленных подражателей и последователей в разных странах.

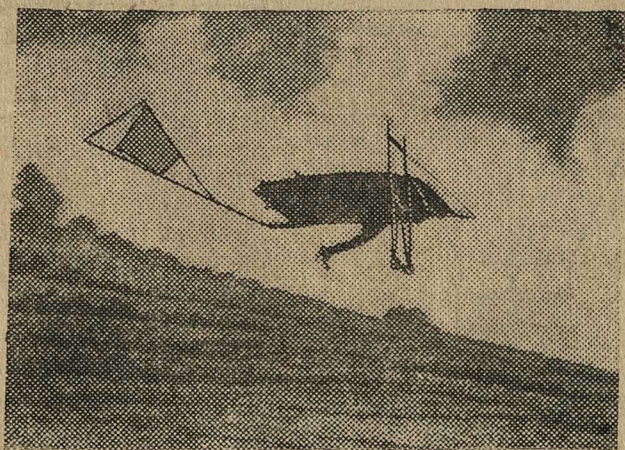


Р и с. 2. Планер Лилиенталь (бипланый тип)



Р и с. 3. Планер Пильчера

В частности в России работами Лилиенталя усиленно интересовался проф. Н. Е. Жуковский, создатель научной теории полета, величайший поборник авиации, справедливо называемый «отцом русской авиации». Николай Егорович был лично знаком с Лилиенталем и неоднократно присутствовал на его полетах. Незадолго до гибели Лилиенталя Н. Е. приобрел у него планер и привез его в Россию для студенческого кружка. Планер однако не был использован, ибо известие о трагической гибели Лилиенталя, полученное почти одновременно с планером, привело к отказу от полетов. Планер этот цел и поныне и находится в Центральном аэрохиммусее в Москве.



Р и с. 3а. Планер Пильчера (вид с боку)

Ближайшие последователи Лилиентала. Одновременно с Лилиенталем, и сначала независимо от него, в Англии производил опыты полета на планерах Перси Пильчер, горячий последователь Лилиентала. В своих опытах Пильчер ввел новый метод старта, который употребляется и поныне для запуска с помощью автомобиля: планер зацеплялся за веревку длиной в 400 м, которая через ролик быстро натягивалась за другой конец людской или конской тягой; на достаточной высоте веревка отпускалась и аппарат планировал на посадку.

Конструктивно планеры Пильчера немногим отличались от планеров Лилиентала. Пильчер ввел шасси у своего аппарата. При взлете шасси помогало отрыву, при посадке — воспринимало тяжесть планера, которую до этого должен был выдерживать пилот (рис. 3 и 3а).

Пильчер достиг большого совершенства в пилотировании и делал полеты протяжением до 250 м.

30 сентября 1899 г. Пильчер стал первой жертвой английской авиации. Причиной его гибели была поломка в воздухе хвоста его аппарата.

Большой вклад в развитие авиации дали работы видного американского инженера Октава Шанюта и его ближайших помощников — Херринга и Эвери.

Шанют первоначально занимался авиацией теоретически и издал большой труд «Прогресс летательных машин». Под впечатлением работ Лилиентала Шанют и его помощники в 1896 г. приступили к постройке планеров и их испытаниям, избрав местом полетов прибрежные дюны озера Мичиган вблизи Чикаго.

Еще до практических попыток летания Шанют пришел к убеждению, что в первую очередь должна быть решена проблема устойчивости. Все остальное, и в конце концов мотор, «приложится само собой». Балансирование корпусом он отвергал, считая необходимым достижение автоматической устойчивости. Сначала Шанют строил полипланы (многопланы) (рис. 4), расположив поверхности одна на другой и

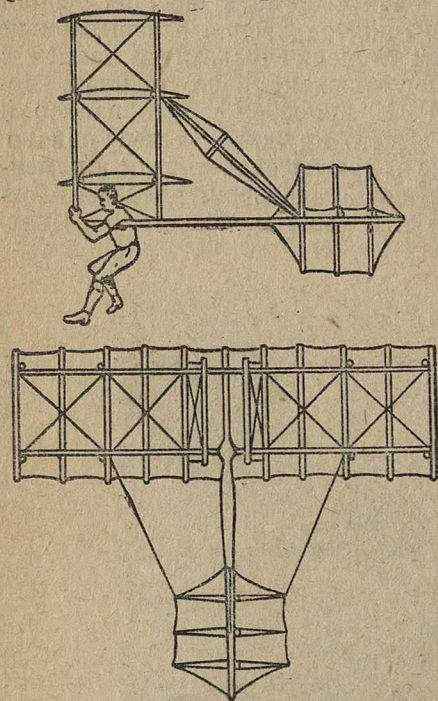


Рис. 4. Схема планера (триплан) системы Шанюта — Херринга

дойдя до двенадцатиплана. Этим путем он добился большей стабильности аппарата, так как при наклоне нижних плоскостей в

какую-либо сторону верхние плоскости создавали обратный момент, восстанавливавший прежнее положение.

Сложные полипланы Шанюта постепенно упрощались, и в конце концов выработалась простая схема биплана, легшая в основу современных бипланных самолетов. Очертания биплана были строго прямоугольны. Так же просты и очертания хвоста. Хвост состоял из вертикальной и горизонтальной стабилизирующих поверхностей.

Шанют и его ученики без особых происшествий выполнили в 1896—1897 гг. несколько сот полетов, наибольший из которых был протяжением в 110 м. Работы Шанюта были основаны на строго научной базе. Опытам предшествовал ряд изысканий и расчетов. Поэтому влияние Шанюта на развитие авиации было очень велико.

Большим поклонником и последователем Лилиенталя во Франции был артиллерийский капитан Фербер, строивший ряд планеров и затем самолетов. Основная деятельность его протекала в области пропаганды и организации авиации во Франции, личные же его работы тормозились из-за недостатка средств и внимания. Фербер был первым французским летчиком и разбился 22 сентября 1909 г.

Братья Райт. Довести дело Лилиенталя до логического конца — до самолета — суждено было двум американцам — братьям Орвилю и Вильбуру Райт.

Достоинством работы бр. Райт было то, что они работали, внимательно изучая все имевшиеся до них труды, и переходили сами к исследованиям, находя каждый раз выход, когда противоречия несовершенной теории авиации приостанавливали их движение вперед. Главным вопросом их изысканий была проблема устойчивости летательного аппарата. В этом они видели слабое место у Лилиенталя и причину его гибели. Поперечной устойчивости аппарата они достигли не боковым перемещением корпуса человека, а с помощью перекашивания крыльев таким образом, что опустившееся крыло получало больший угол атаки, нежели поднявшееся. Тем самым они выключили вес пилота как регулятора устойчивого положения аппарата, что могло иметь место только в начальный период летания, и подошли к введению элеронов — рулей поперечного равновесия. Обеспечив таким образом поперечную устойчивость, они обеспечили также и продольную устойчивость помощью руля высоты и наконец боковую устойчивость — с помощью руля направления (рис. 5).

В основу конструкции своих планеров бр. Райт приняли систему Шанюта и методику Лилиенталя. Бипланный планер Шанюта получил у бр. Райт в 1902 г. выдвинутый вперед управляемый руль высоты. Стабилизирующий хвост Шанюта в первых конструкциях был поэтому отброшен, а затем вновь появился в виде вертикального управляемого руля направления; это сразу повысило устойчивость аппарата. Пилот у бр. Райт не висел на руках, а лежал, а позже сидел на нижнем крыле, ис-

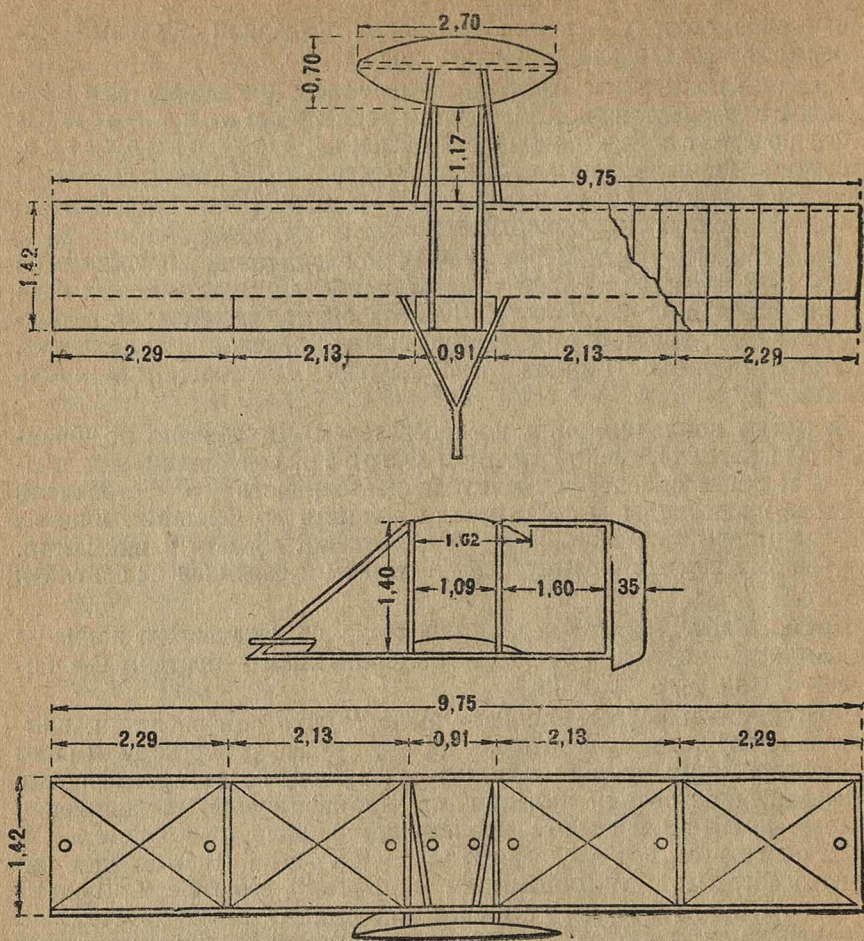


Рис. 5. Схема планера бр. Райт

пользуя для управления руки и ноги. Полет стал более безопасным и устойчивым. В 1902 г. бр. Райт начинают делать уже развороты в четверть окружности. Посадка проводилась на два полоза типа спортивных саней (рис. 6).

Рождение первого самолета. Продолжая дело Лилиенталя и доведя планер до большого совершенства, бр. Райт в 1903 г. установили на нем мотор. Бр. Райт последовательно строили планеры площадью от 15 м^2 до 28 м^2 , а первый их самолет, с которым они начали опыты 17 декабря 1903 г., имел 50 м^2 при размахе в 12 м, весе 333 кг, с двигателем в 20 л. с. Развивая свои конструкции дальше, они в 1905 г. совершили полеты продолжительностью до 40 минут и дальностью в 40 км.

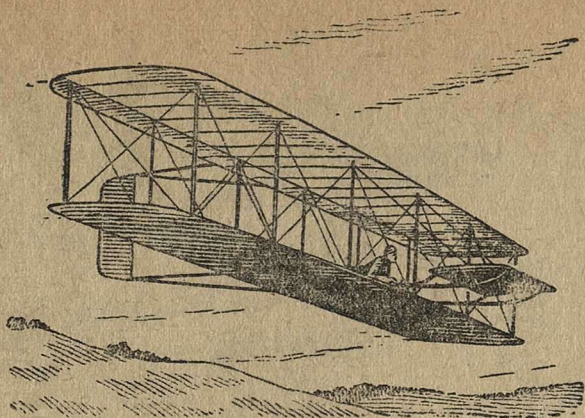


Рис. 6. Планер бр. Райт в полете

Несмотря на то, что и до них были совершены попытки полета на самолетах (Ланглей, Адер), бр. Райт были заслуженно признаны человечеством как первые создатели самолета и первые летчики.

Работами бр. Райт кончается первый период планеризма как предыстории авиации.

Историческое значение планеризма заключается в том, что в работах над усовершенствованием планера были заложены основные принципы конструкции самолета.

Глава 4

ПЛАНЕРИЗМ ОТ БР. РАЙТ ДО ИМПЕРИАЛИСТИЧЕСКОЙ ВОЙНЫ

Планеризм в Америке и Западной Европе. Орвиль и Вильбур Райт превратили свой планер в самолет, положив начало моторной авиации. Однако это не означало прекращения безмоторного летания.

Кадры интересующихся авиацией росли, и новые энтузиасты не могли миновать планера как наиболее доступного по технике средства приобщения к авиации.

Сами бр. Райт отнюдь не бросали безмоторного летания, а наоборот пользовались им для дальнейших исследований. Орвиль в 1911 г. достиг значительного результата, продержавшись в воздухе 10 минут.

Усиленно строил планеры и летал на них также и француз Фербер.

Кроме Фербера во Франции на планерах райтовского типа летали крупнейший деятель авиации Аршдеакон и известный впоследствии Вуазен. Аршдеакон ввел в методику своих полетов буксировку автомобилем. Вуазен построил первый гидро-

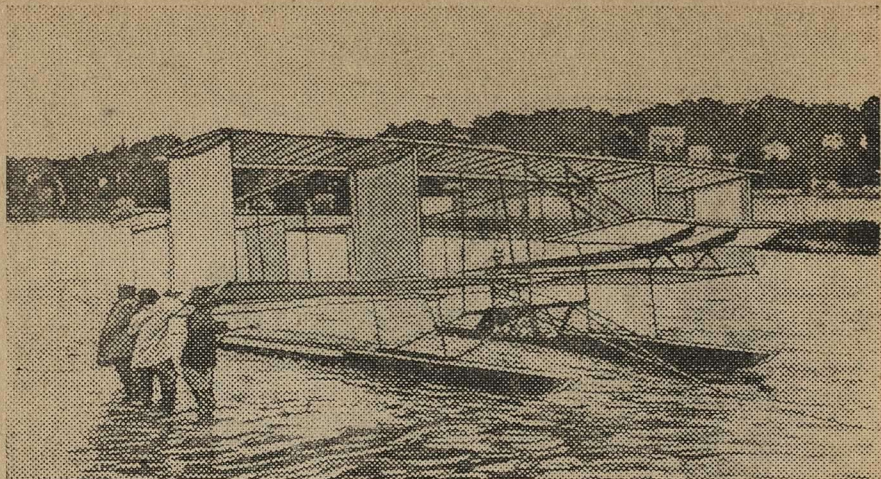


Рис. 7. Планер Вуазена

планер-биплан на поплавках (рис. 7), на котором сам проделал полет в 150 м на высоте около 17 м на буксире моторной лодки со скоростью в 60 км. Пилот очень удобно сидел, управляя рулем высоты, помещенным спереди по манере бр. Райт. В дальнейшем Вуазен стал известным конструктором и фабрикантом самолетов.

В Англии основными пионерами планеризма были Вейс и его сотрудник Кейт. Их планеры — подкосные монопланы с колесным шасси — имели обтекаемый фюзеляж с хвостовым оперением и напоминают современные. Вейс употреблял толстые профили и изгиб концов крыльев для получения большой устойчивости. Особое внимание Вейс уделял старту, применив катапульт, основанный на принципе падающего груза.

Пионерами авиации и планеризма в Австрии были отец и сын Этрих. Этрих и его сотрудник, спортсмен и техник Вельс, решили осуществить в большом масштабе летающее семя явайской пальмы цанонии. После многочисленных проб с баластом в октябре 1906 г. Вельс сделал на этом крыле ряд полетов высотой до 20 м и дальностью до 250 м.

Этот планер Этрих — Вельса был таким образом первым летающим крылом (рис. 8).

Выдающимися планеристами Германии того времени были Гарф и Мессершмидт, построившие свой первый планер в 1910 г. Этот планер по схеме стал прообразом современных учебных планеров. Простейшая форма, в передней части которой на сиденье, положенном на посадочную лыжу, сидел пилот; несла на ферме крыло, расчаленное тросами, а сзади — хвостовое оперение. Управление их планера состояло из двух рычагов, с помощью которых можно было изменить общий угол атаки крыла и отдельно углы каждой его половины. В 1914 г. Гарфу

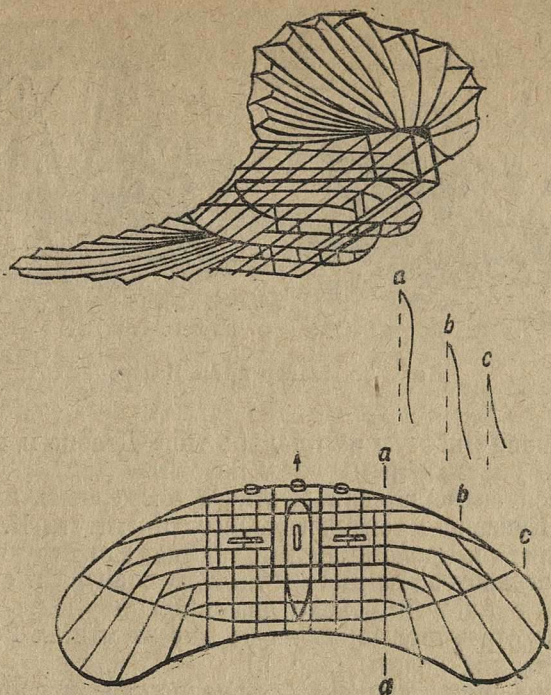


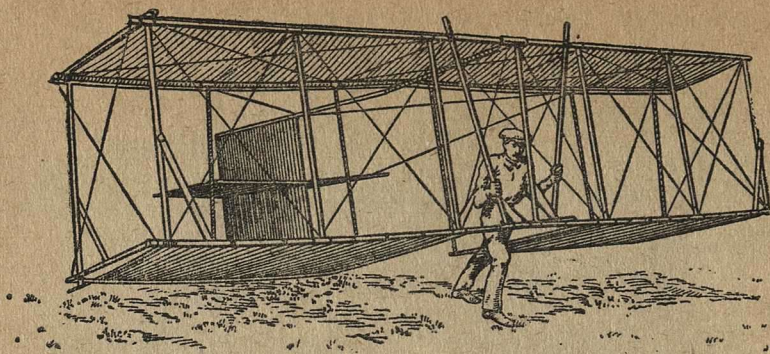
Рис. 8. Схема планера «Цанония» Эгрих-Вельса

удалось при ветре в 15 м/сек продержаться 1 минуту и пролететь 120 м. В 1916 г. Гарф, пожалуй единственный планерист во время войны, продержался при ветре 10 м/сек 5,5 мин. и пролетел 500 м.

Планеризм в дореволюционной России. В дореволюционной России мы также находим одиночек и целые группы, преимущественно из учащейся молодежи, строивших планеры и летавших на них.

Мы уже говорили о приобретенном в 1896 г. Н. Е. Жуковским для московских студентов, но неиспользованном планере Лилиенталя. Но еще раньше, в 1894 г., группой учащихся Киевского реального училища под руководством Георгия Адлера, то же учащегося, был построен небольшой планер в 8 м², укреплявший-ся на велосипеде и имевший на длинном хвосте стабилизирующую поверхность. Первая же попытка взлета окончилась аварией с поломкой аппарата и ушибами пилота. В 1905 г. Адлер закончил второй планер по типу Шанют и совершил на нем ряд удачных полетов до 20 сек.

В 1906 г. в Тифлисе строил балансирные планеры и летал на них А. В. Шиуков. Шиукову удавались полеты высотой 7—8 м и дальностью 40—45 м. После небольшой аварии Шиуков в



Р и с. 9. Планер проф. Делоне

1910 г. возобновил полеты на планере типа Делоне и затем на своем № 2, но с управляемым рулем поворота.

Выдающееся значение для русского планеризма имели работы профессора Киевского технологического института Н. Б. Делоне — энтузиаста и пропагандиста авиации. Его перу принадлежит брошюра «Устройство дешевого и легкого планера и способы летания на нем», в которой Делоне дал описание своего планера. По этой брошюре строились планеры во многих местах России и производились на них полеты (рис. 9).

Делоне — поборник широкого авиаспорта — представлял себе практические трудности работы и поэтому сделал свой планер, рекомендованный им к постройке, легко разборным, облегчив тем самым его хранение. Исключительное значение Делоне придавал дисциплине в планерной работе.

В той же брошюре Делоне дал методику полетов на своем планере как обобщенную методику полетов на всех балансирных планерах от Лилиенталя до бр. Райт.

Планер Делоне был, так сказать, первым массовым планером. Его строили во многих кружках того времени.

Самыми деятельными были кружки Киевского технологического института, Томского технического института и Московского высшего технического училища. Наиболее активно работали московские планеристы, организованные в кружке Московского высшего технического училища (МВТУ), непосредственно вдохновляемые проф. Н. Е. Жуковским.

В декабре 1909 г. кружок испытывал свой первый планер конструкции Лямина и Россинского. Полеты производились Россинским с возвышенного берега р. Клязьмы под Москвой. Первый полет оказался довольно удачным, при втором планер был сломан, будучи отброшен назад порывом ветра. На следующем, усовершенствованном планере Россинскому удалось на высоте 5 м перелететь через Клязьму, что по прямой дает около 40 м.

На своих планерах члены кружка, студенты МВТУ, совершали полеты, достигая высоты до 12 м и дальности до 60 м. В числе летавших студентов-планеристов был известный ныне всей нашей

стране и мировой авиации главный конструктор ЦАГИ А. Н. Туполев.

В 1909—1912 гг. полеты на планерах в России стали уже довольно распространенным явлением.

Особо следует отметить полеты учащегося Г. А. Векшина в Гапсале б. Эстляндской губ. Векшин сначала построил чисто балансирующий планер, затем перешел к управляемым. Он совершал свободные полеты высотой до 28 м, продолжительностью до 4,5 мин. Это было исключительным достижением по тому времени (1911 г.). Кроме того Векшин впервые в истории планеризма перешел к полетам с пассажиром, совершив много удачных полетов.

Следует также остановиться на работах С. П. Добровольского. Он построил ряд различного рода планеров и в основу своей конструкции положил подражание лучшим самолетам того времени. В 1913 г. ему удалось продержаться 5 минут на высоте 25—30 м. Сопоставление достижений Векшина и Добровольского показывает, какими медленными с нашей нынешней точки зрения шагами двигалось тогда развитие планеризма.

Добровольский и Векшин добились больших результатов, осуществив парящий полет. Однако ни они, ни целый ряд других планеристов-спортсменов не оказали заметного влияния на дальнейшее развитие планеризма, не говоря уже об авиации, так как работали индивидуально, без широкого опубликования результатов своих работ.

Только такие организации, как кружки технических втузов Киева, Москвы, Томска, принесли значительную пользу развитию авиации, да и то не в отношении технического ее прогресса, а в области создания кадров летчиков и конструкторов; многие из которых ныне занимают ведущее положение в советской авиации.

Все особенности полицейского режима российского самодержавия, душившего малейшие начинки прогресса, отразились и на планеризме. Еще не было в России авиации, но уже были полицейские правила полетов, применявшиеся и к планеристам и прекратившие работу многих кружков и планеристов. Известны случаи, когда директора учебных заведений категорически запрещали своим учащимся заниматься планеризмом. Многие талантливые самородки не смогли осуществить своих изобретений из-за недостатка средств.

Разразилась мировая война, в которой участвовал новый род войск — авиация. Война форсировала техническое развитие авиации, заставив ее за 4 года проделать путь нескольких десятилетий.

С началом войны естественно прекратилась деятельность планеристов. Воспитанные планеризмом авиакадры создавали авиацию для войны, гибли в воздушных боях.

Планеризм всего этого периода, закончившегося мировой войной, носил в основном скорее спортивный, чем исследовательский характер, как это было на первом этапе его развития. Планеризм существовал теперь параллельно с моторной авиацией, развитие которой пошло своим путем. Но уже на этом втором этапе в истории планеризма стали проявляться новые черты планеризма, ко-

которые особенно выявились в дальнейшем его развития после войны: а) планеризм стал простейшим средством приближения к авиации и школой кадров и б) указав путь моторной авиации, планеризм сам стал пользоваться достижениями в области конструирования самолетов.

Наилучшие достижения в безмоторном полете, достигнутые за этот период на планерах более совершенных конструкций, выражались в следующих цифрах.

Продолжительность полета: 1911 г., Орвиль Райт (США) — 9 м. 45 с.

Дальность планирования: 1906 г., Этрих (Австрия) — до 950 м.

Высоты над стартом при этом были очень незначительными и не превышали 20—30 м.

Глава 5

ПЛАНЕРИЗМ В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ И АМЕРИКЕ ПОСЛЕ ВОЙНЫ 1914—1918 гг.

Возрождение планеризма в Германии. Свое современное значение планеризм получил после мировой империалистической войны. Возрождение его относится к 1920—1921 гг., когда в Германии снова начали строить планеры и летать на них.

Эти планеры были далеки от тех первоначальных летательных аппаратов, которые мы видели у пионеров авиации — довоенных планеристов. Планеризм перестал быть «историей авиации», а стал планеризмом как таковым, т. е. прежде всего спортивным средством и школой подготовки летных кадров. Планеризм представляет в настоящее время самостоятельную отрасль авиации, хотя и связанную теснейшим образом с моторной авиацией.

Развитие планеризма в послевоенные годы шло очень быстрыми темпами.

Неслучайно, что планеризм возродился именно в Германии: Версальский договор лишил Германию права иметь военную авиацию и вести подготовку военных летчиков. Планеризм, одетый в спортивную личину, должен был стать отдушиной и создать большие авиарезервы.

Под руководством военных летчиков и крупнейших авиадееателей Германии стали возникать многочисленные летноспортивные группы планеристов. Планерному спорту особенно благоприятствовало устройство поверхности Германии, изобилующей возвышенностями. Особенно благоприятны гористые местности южной Германии, несколько похожие на наш Урал, в частности местности Рён и Исполиновы горы.

В Рёне на горе Вассеркуппе, «открытой» для планеризма Гансом Гутермуром еще в 1910—1912 гг., организовался центр германского планеризма. В 1920 г. на Вассеркуппе началась усиленная планерная работа, и в 1921 г. были проведены первые Рёнские планерные состязания.

Быстро шло развитие конструкций планера. Основным типом учебного планера стал «Петас», построенный Мартенсом (рис. 10).

«Пегас» лег в основу всех дальнейших типов учебного планера как в Германии, так и в других странах.

Одновременно развивались рекордные планеры, достигшие большого совершенства и бывшие долгое время лучшими образцами для конструкторов всех стран. Через несколько лет основные типы планеров стали изготавливаться серийно на возникших небольших планерных фабриках.

Организовавшееся в этот период так называемое Рён-Розиттенское планерное общество стало идейным техническим и методическим центром германского планеризма. В него входили планерные организации Рёнской области и Розиттенская школа на севере Германии. Общество создало в Рёне на горе Вассеркупфе большую школу парения и научно-исследовательский институт безмоторного полета. Во главе общества, школ и института стояли видные авиационные деятели: Урсинус, Георгии, Липпш, Штаммер и др. Вокруг них сгруппировалось ядро молодых летчиков и конструкторов. Особое внимание уделялось изучению воздушных потоков как для целей безмоторного полета, так и для метеорологии вообще (рис. 11, 12, 13).

Рён-Розиттенское общество входило в германский авиационный союз. Этим обществом регулярно организовывались Рёнские планерные состязания.

В этот период германский планеризм был ведущим, и по его образцу стали работать и в других странах. В частности планеристы СССР внимательно следили за германской техникой. Немцы владели всеми рекордами полета. В 1921—1923 гг. производились главным образом парение у склона и изучение восходящих потоков обтекания склона. Годы 1923—1927 были периодом освоения перелетов вдоль склонов с переходом с одной горы на другую. В дальнейшем наступает период термического парения у облаков и вдоль облачных и грозовых фронтов.

Германские планерные кружки состояли главным образом из учащих и буржуазной молодежи; рабочих было очень немного. В 1931—1932 гг. начала работать планерная организация пролетарского спорта «Фихте», разогнанная затем фашистами. В то же время организовывались специальные планерные организации полиции, рейхсвера и т. п. Средства на планеризм отпускались главным образом государством и авиафирмами.

Фашизация германского планеризма и его последствия. Национал-социалисты после захвата власти военизировали и фашизировали авиаспорт и в частности планеризм. Рён-Розиттенское общество они ликвидировали и создали планерный отдел во Всегерманском авиационном союзе. Последним руководит Геринг — ближайший помощник Гитлера, бывший летчик «ас»¹ мировой войны.

Планерные организации комплектуются членами фашистского союза молодежи. Немногочисленные пролетарские планеристы из них изгнаны.

¹ «Ас» (по-французски — туз) — звание, дававшееся летчику, сбившему в воздушных боях не менее 5—10 самолетов противника.

После некоторого упадка в 1931—1932 гг. фашизированный планеризм был поставлен на службу создания военной авиации Германии. Цифры, характеризующие количество подготовленных планеристов и т. п., стали засекречиваться.

Развитие планеризма в других странах. В 1934 г. нельзя найти такой страны, в которой планеризм не был бы более или менее развит. Он находится в системе буржуазных аэроклубов и авиаобществ. Планерные организации имеются в колониях и доминионах империалистических государств — в Австралии, Африке и т. д.

В Америке и Англии планеризм вырос, начиная с 1929—1930 гг., под непосредственным влиянием и руководством немцев: выдающиеся германские планеристы приглашались в эти страны на длительные сроки для постановки дела.

В США дело приняло сначала «американский размах»: в 1930 г. американская «Национальная планерная ассоциация» поставила себе целью иметь к 1935 г. миллион планеристов и собрала для этого огромные средства. Было создано около 70 клубов и несколько крупных школ. Последовавший экономический кризис не дал осуществиться этим планам. На 1934 г. в Америке насчитывалось 172 пилота-планериста и 102 парителя. Это свидетельствует о том, что планеризм в США не стал массовым явлением.

Ряд авиафирм изготовляет на рынок учебные планеры. Имеются собственные оригинальные конструкции.

В Англии создана «Национальная ассоциация безмоторного летания», имеющая местные клубы. В работе заметен рекордный уклон. Массового характера планерный спорт также не имеет.

Для итальянского планеризма характерной является организация военизированных планерных школ, из которых фашистская молодежь непосредственно попадает в летные школы или авиаспортивные отряды.

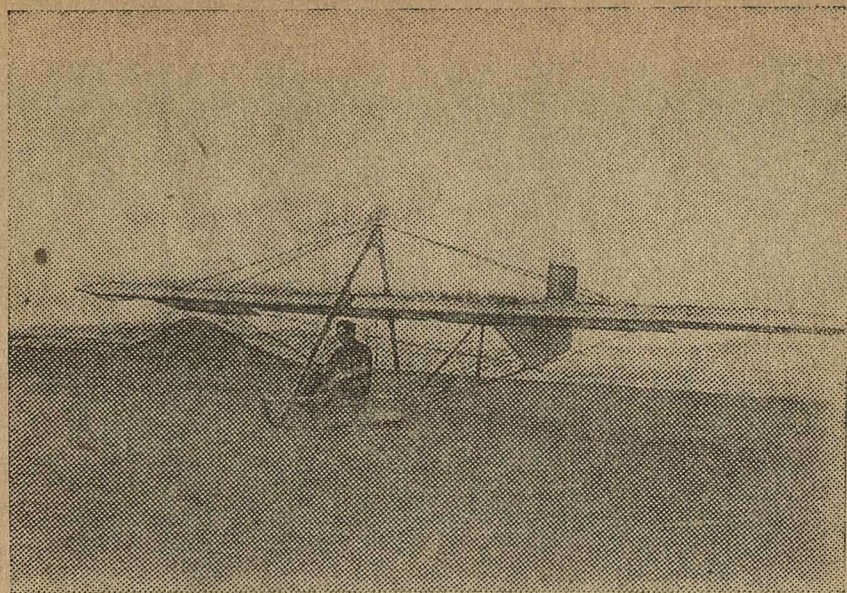
По плану в Италии в 1934 г. должно быть организовано 47 планерных школ.

Во Франции планеризмом занимаются преимущественно студенты высших школ; массового развития он не имеет.

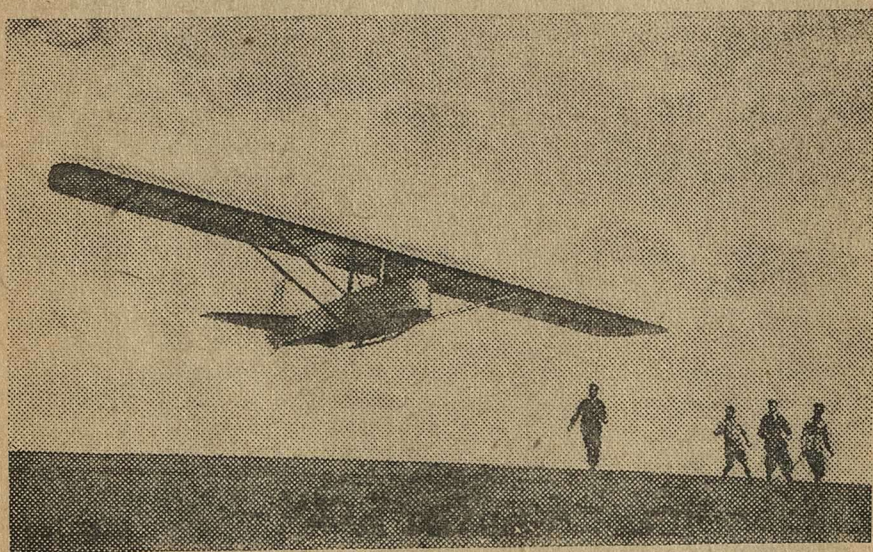
У нашего ближайшего соседа — Польши — начало планеризма относится к 1923 г. К 1933 г. в Польше было свыше 50 планерных кружков и 100 планеров. Кружками и школами охвачено около 4 000 планеристов.

При высшем техническом училище во Львове работает научно-техническая группа, играющая роль планерного института. Руководит работой «Польский комитет планеризма», состоящий из представителей гражданской авиации (министерство путей сообщения) и военной авиации.

В Австрии число планеристов невелико. В Венгрии работают 12 кружков. В Чехо-Словакии имеется свыше 50 кружков.



Р и с. 10. Германский учебный (первоначальный) планер «Цоглинг», являющийся последним развитием «Пегаса»



Р и с. 11. Германский учебно-тренировочный планер «Прюфлинг»

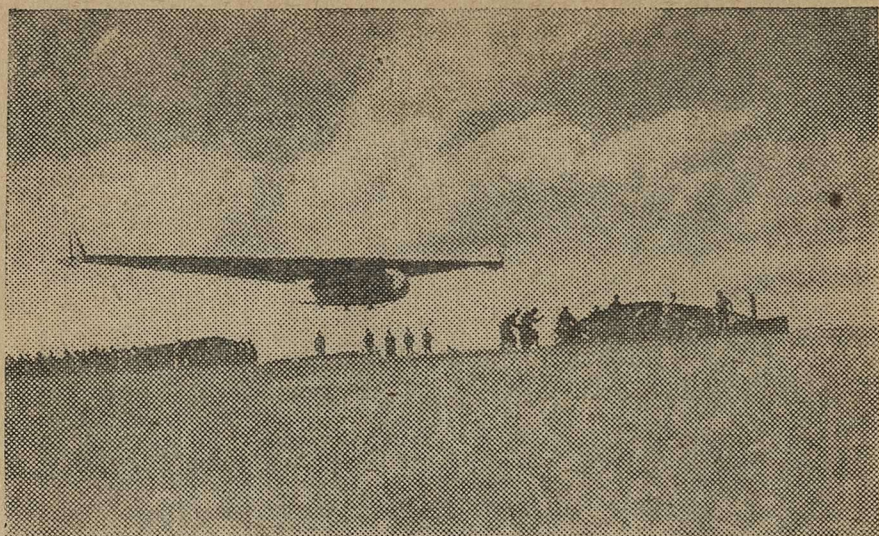


Рис. 12. Бесхвостый германский планер конструкции Липпиша

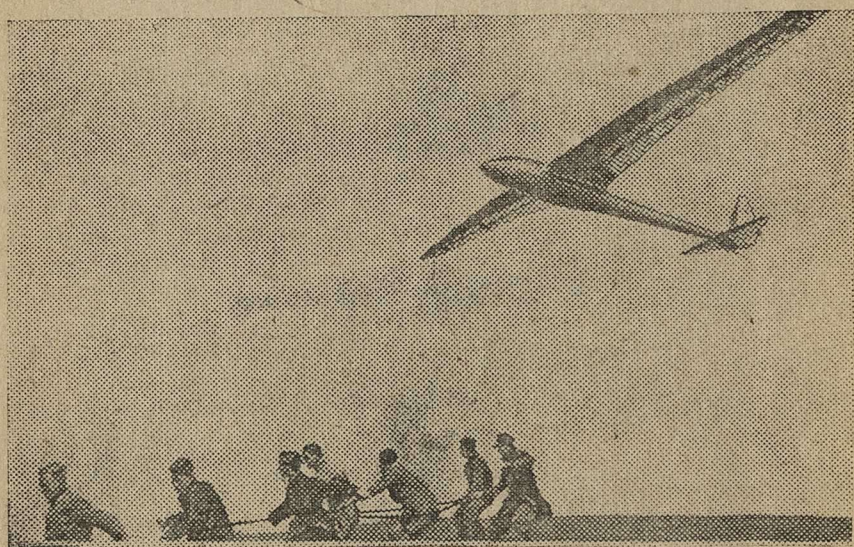


Рис. 13. Один из лучших современных германских рекордных планеров — планер «Вафвир»

ПЛАНЕРИЗМ В СССР

Первые планерные организации. Первая попытка организации планеризма в Советской России относится к 1919 г., когда при так называемой «Летучей лаборатории» в Москве был организован планерный класс, охвативший 45 чел. слушателей из студентов, летчиков и работников авиазаводов. Занятия велись при участии Н. Е. Жуковского. Дело однако ограничилось только кратковременными занятиями.

В 1921 г. при содействии «Научной редакции воздушного флота» в Москве создается кружок «Парящий полет», объединивший кружки Авиашколы, Академии воздушного флота и ряд старых авиаработников.

«Парящий полет» вел пропаганду планеризма, организовал отделения на местах и приступил практически к постройке планера. Весной 1923 г. демонстрировались полеты этого планера в Москве. Однако все это были еще только первые, сравнительно робкие, попытки.

Советская общественность — организатор советского планеризма. Дальнейшее успешное развитие советского планеризма стало возможным, когда партия и правительство Советской республики обратили особое внимание на развитие воздушного флота и привлекли к его созданию широкие массы трудящихся.

В 1923 г. было создано ОДВФ («Общество друзей воздушного флота»), которое вскоре реорганизовалось в «Авиаким» и развилось потом в мощную многомиллионную организацию трудящихся — Осоавиахим. В составе спортсекции ОДВФ был создан «Центр безмоторной авиации», объединивший разрозненных планеристов и планерные кружки. Ведущей планерной организацией стал кружок Академии воздушного флота.

I Всесоюзные планерные испытания. Для объединения всей планерной работы в СССР и для выявления достижений ОДВФ организовало осенью 1923 г. I Всесоюзные планерные испытания в Крыму в районе Феодосии, близ селения Коктебель, на местности, очень удобной для планерных полетов. На испытаниях 1923 г. участвовало всего 9 планеров и были произведены первые полеты.

I Всесоюзные планерные испытания принято считать началом истории советского планеризма. С этого момента почти ежегодно в Коктебеле устраивались и устраиваются всесоюзные слеты планеристов, являющиеся важными этапами в развитии советского планеризма.

I Всесоюзные испытания дали сильный толчок дальнейшей работе планеристов, вызвали к жизни новые планерные кружки и интерес к безмоторному полету. Значение их поэтому очень вели-

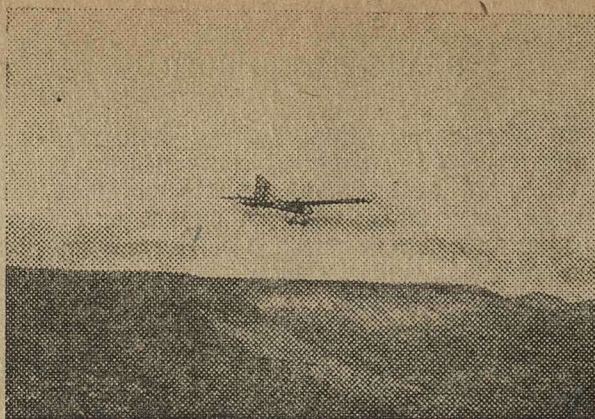


Рис. 14. Планер «А-5» конструкции Арцеулова

ко. Интересные полеты на планере «А-5» (рис. 14) сделал летчик Юнгмейстер. Наибольший из них длился 1 ч. 05 м. Любопытно, что продолжительность всех 35 полетов, совершенных на испытаниях, равнялась 2 ч. 05 м., что представляло для того этапа немалый успех. В этих состязаниях впервые участвовал и учебный планер (рис. 15).

II Всесоюзные планерные состязания. 1924 год прошел в напряженной работе планеристов, и на II Всесоюзных состязаниях было

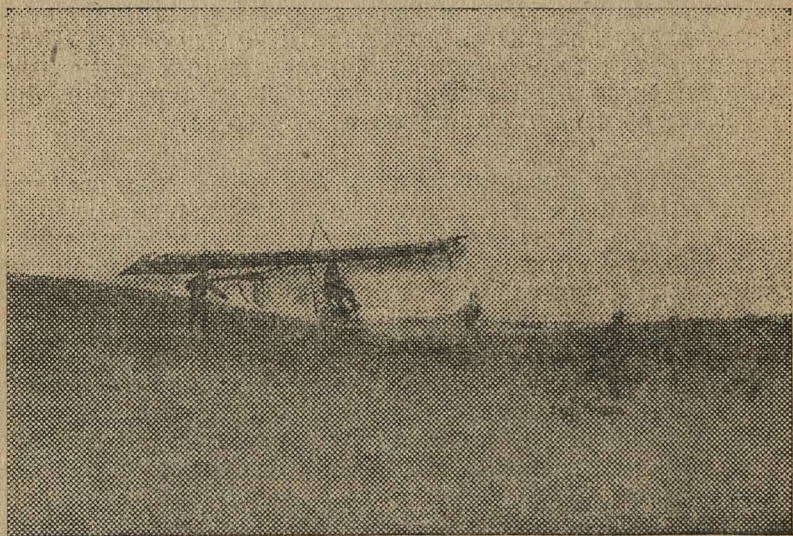
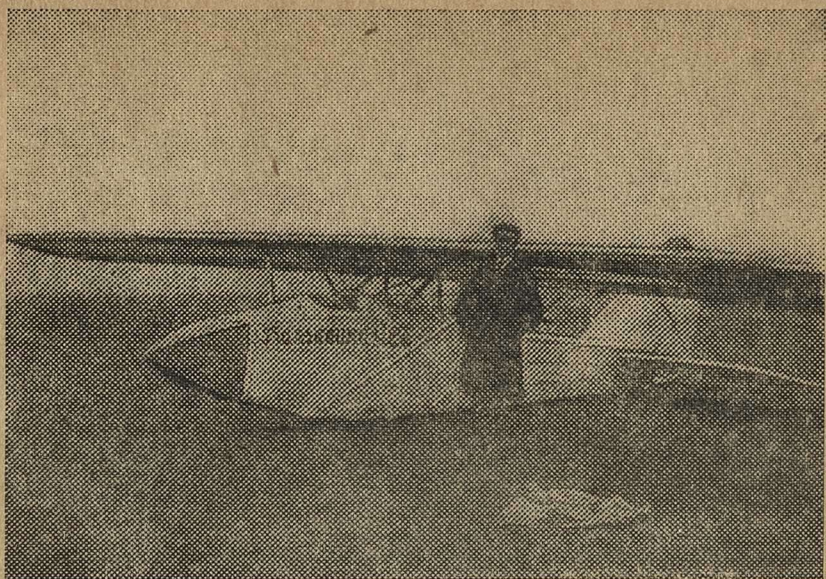


Рис. 15. Учебный планер конструкции Ильюшина на I Всесоюзных испытаниях



Р и с. 16. Планер «Занавазец» конструкции Чесалова

уже 48 планеров, т. е. в 5 с лишним раз больше, чем на I испытаниях. Кроме Москвы, были представлены Харьков, Одесса, Краснодар, Киев, Ленинград, Саратов и другие города.

На состязаниях выделялись: планер «Москвич» системы Лучинского, на котором Юнгмейстер парил 5 ч. 15,5 м., планер «Ларионыч» конструкции Артамонова (рис. 16а) и киевский «КПИР» конструкции Яковчука, Железникова и Томашевича, на которых летчики Яковчук и Зернов делали полеты продолжительностью свыше 4 час.

Второй слет советских планеристов принес им большие победы,



Р и с. 16а. Планер Артамонова

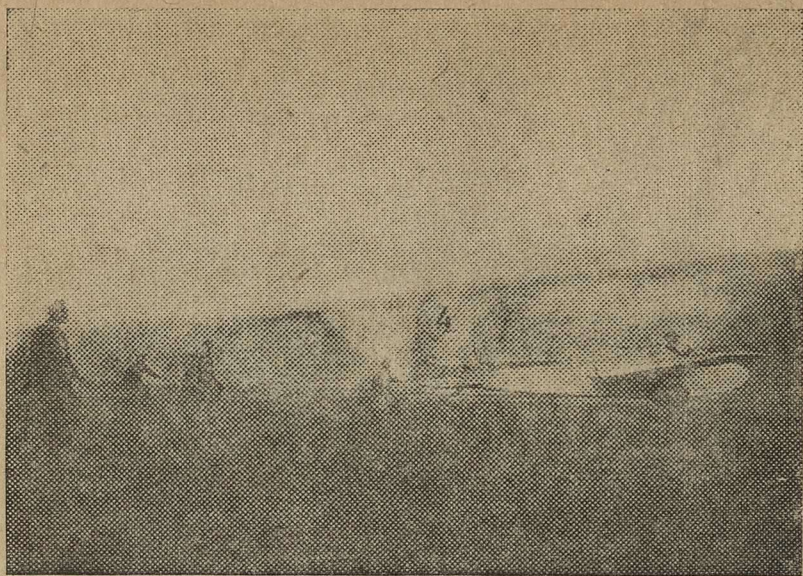


Рис. 17. Планер «Г-1» конструкции Грибовского

почти равные мировым достижениям. Кроме того было обучено планирующим полетам 4 чел., никогда ранее не летавших. Для получения звания «планериста» было необходимо провести 5 полетов общей продолжительностью в 60 сек. и из них один не менее 30 сек. Для получения звания «парителя» требовалось налетать 3 мин. Теперешние достижения советского планеризма вырисовываются особенно наглядно при сопоставлении их со всеми этими данными. Старт планеров осуществлялся помощью веревок, за которые против ветра тянули планер.

Состязания были омрачены гибелью летчиков Клементьева и Руздита. В честь летчика и конструктора Клементьева гора Узун-Сырт, на которой производились полеты, была переименована в гору имени Клементьева.

III Всесоюзные планерные состязания. В 1925 г. советские планеристы с 5 планерами успешно участвовали на VI Рёнских состязаниях в Германии, где получили ряд призов.

Вернувшись, они вместе с прибывшими к нам германскими планеристами приняли участие в III Всесоюзных планерных состязаниях. Всего на III состязаниях было представлено 40 советских и 7 германских планеров.

Состязания показали большое движение вперед в деле конструирования планеров. Лучшие фюзеляжные планеры стояли на уровне германских планеров. Таковы были: киевский «КПИР», двухместный «Нижегородец» Лучинского, «Закавказец» Чесалова, планер «Г-1» Грибовского и др.

Советские планеристы ознакомились с лучшими германскими

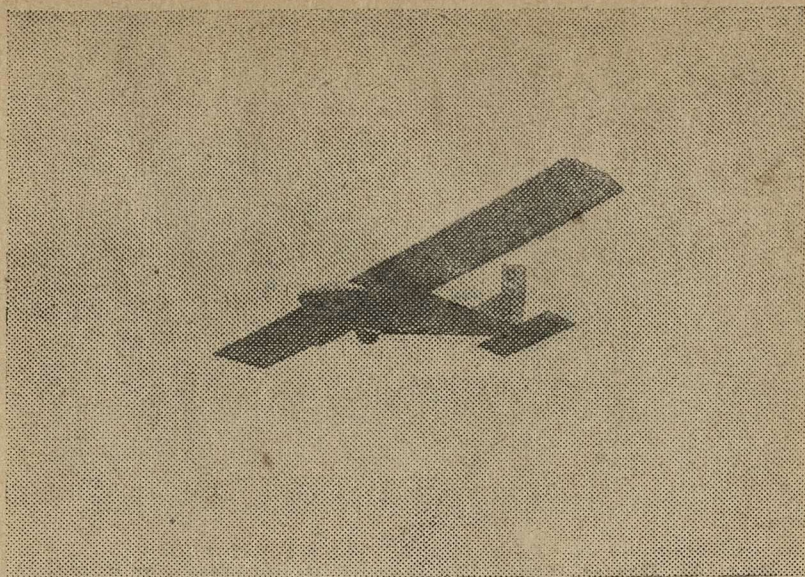


Рис. 18. Планер «КПИР» конструкции Яковчука, Железаникова и Томашевича

планерами «Консул», «Маргарита» и т. д. Немцы применяли способ запуска амортизатором вместо веревок. С 1925 г. этот способ перешел к нам.

В результате состязаний были поставлены новые рекорды¹. Успехи состязаний были омрачены гибелью летчика Зернова.

Последующие годы развития советского планеризма. Советские планеристы снова собрались на состязания только в 1927 г. В чи-

¹ См. таблицу рекордов в приложении.

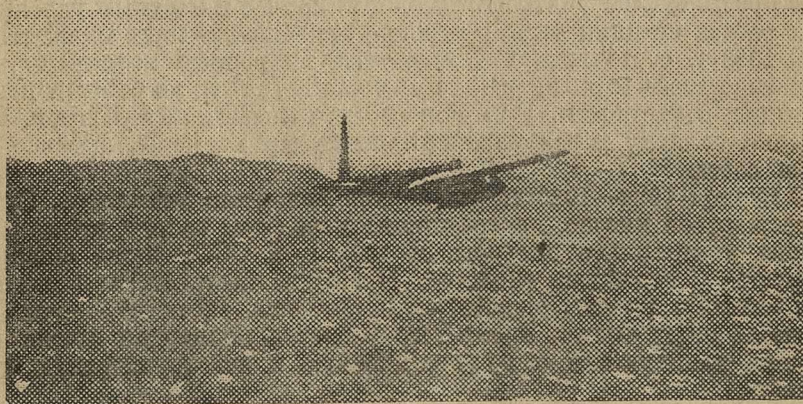


Рис. 19. Планер «Г-2» Грибовского



Рис. 20. Планер «Скиф» Тихонравова, Вахмистрова и Дубровина

сле новых планеров были «Жар-птица» конструкции слушателей Академии — Тихонравова, Вахмистрова и Дубровина и «Г-2» Грибовского. Эти планеры сыграли значительную роль в советском планеризме. Планер «Г-2» (рис. 19) впоследствии был построен в нескольких экземплярах, и на нем учились парить. За «Жар-птицей» на следующих слетах появились планеры «Гамаюн» «Скиф» (рис. 20), «Жар-птица 2» тех же конструкторов; летчик Венслав на «Жар-птице» проделал перелет с горы Клементьева в Феодосию дальностью в 15 км.

В 1927 г. под Москвой, в Горках, была организована первая планерная станция, которая затем была переведена в Красково. Станция оказала большое влияние на развитие планеризма, показав, как просто можно учиться летать на планере в местных условиях. Вся работа станции была построена на общественных началах.

В 1928 г. состоялись V Всесоюзные планерные испытания. На них было всего 10 планеров, из них часть 1927 г., но были и новые машины, в частности «Г-6» Грибовского и «Гамаюн». Шторм, сорвавший палатку и разрушивший почти все планеры, прервал работы слета.

В период 1928—1929 гг. планерное движение усилилось. Стали возрождаться многие, прекратившие перед тем работу, кружки на местах и строились планеры. В 1929 г. в СССР было около 40 планеров и строилось около 30. В Москве была создана планерная станция на ст. Первомайская, ставшая затем образцом для местных школ Союза. Кроме того работала планерная школа, дававшая планеристам общетеоретическую и конструкторскую подготовку.

В 1928—1929 гг. выработалась на опыте методика обучения и был создан хороший учебный планер «ИГ-4» (рис. 21).

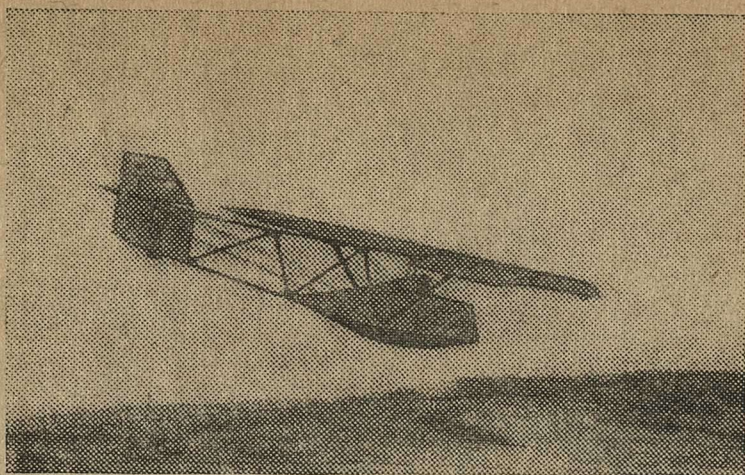


Рис. 21. Учебный планер «ИТ-4» конструкции Толстыха

Слет 1929 г. — VI Всесоюзные планерные состязания — прошел довольно успешно. Были прекрасные планеры, в том числе два планера «Жар-птица», планеры Грибовского «Г-2», «Г-4» и «Г-7» (рис. 22) и др. Были получены очень хорошие летные достижения, например т. Степанченко на «Г-7» поставил новый советский рекорд продолжительности 10 ч. 23 м.; тов. Кошиц и Юмашев на планерах «Гриф» (рис. 23) и «Скиф» достигли вы-



Рис. 22. Планер «Г-7» конструкции Грибовского



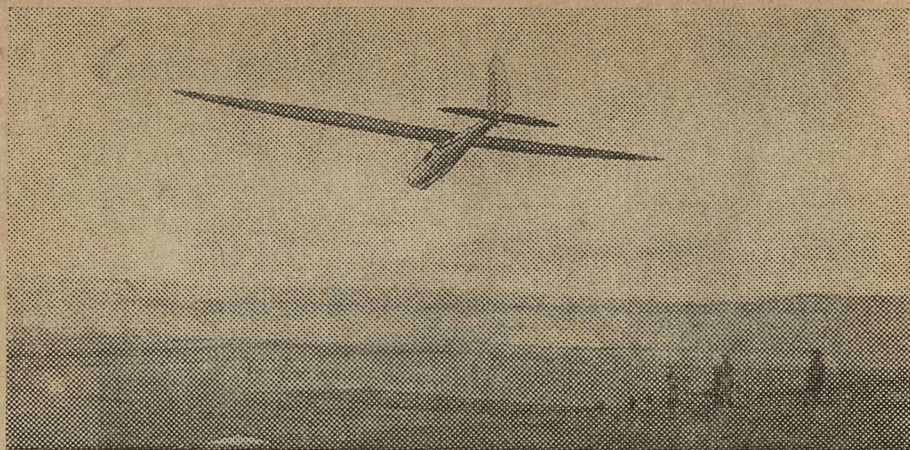


Рис. 23. Планер «Гриф» конструкции группы украинских конструкторов

соты 1520 м; по дальности тт. Кошиц и Венслав пролетели свыше 34 км. Главным же достижением были успехи учебной группы: впервые под руководством т. Степанченка было выпущено 10 молодых парителей. Для получения этого звания требовался тогда зачетный полет в 25 мин. Все эти товарищи, среди них тт. Ефимов, Козлов и др., стали парителями, летчиками и инструкторами планерных школ.

Результаты слета дали новый толчок планеризму.

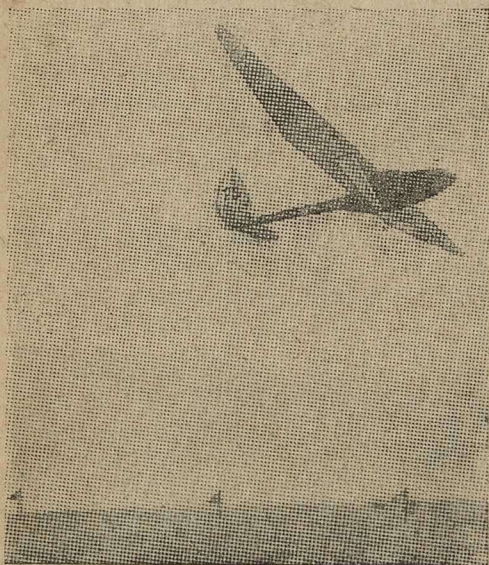


Рис. 24. Планер «Город Ленина» конструкции Антонова

Первые шаги массового учебного планеризма.

В 1930 г. состоялся VII Всесоюзный слет планеристов. Рекорды меньше всего входили в его задачу. Это была временная школа, ставшая основой постоянной центральной планерной школы. На слете было выпущено 19 парителей и 60 планеристов. Почти все они стали инструкторами на местах. Был испытан планер «Стандарт» конструкции т. Антонова, ставший в дальнейшем серийным учебным планером; на «Стандарте» выросло все молодое поколение планеристов. Из рекордных плане-



Рис. 25. Планер «Улар» (учебный паритель) конструкции Антонова

роз выделялся «Герод Ленина» (рис. 24) того же конструктора.

Впервые на слете был представлен планер, построенный специально для фигурного полета («Красная звезда» конструкции т. Королева), на котором т. Степанченко выполнил 3 мертвых петли.

После слета было приступлено к организации Центральной планерной школы, первым начальником которой был т. Сеньков, и постройке планерного завода, в чем большая заслуга принадлежит старому планеристу т. Бабаяну. Оба этих мероприятия проводились под непосредственным руководством С. В. Илюшина и тогдашнего генерального секретаря ЦС Осоавиахима Л. П. Малиновского.

В 1931 г. Осоавиахим создал центральное конструкторское бюро под руководством т. Антонова; при Мосавиахиме работало московское конструкторское бюро. Это обеспечило развитие техники планеризма.

С 1931 г. начался бурный рост советского планеризма. Этот рост объясняется огромным повышением активности широких масс трудящихся, успешно осуществлявших индустриализацию народного хозяйства СССР, и в частности — подъемом авиационной культуры. Сам планеризм являлся могучим рычагом этого подъема.

VIII Всесоюзный слет планеристов. VIII слет планеристов в 1932 г. дал советскому планеризму исключительные летные и технические достижения. На слете были поставлены новые мировые и всесоюзные рекорды. Был широко испытан новый стандартный

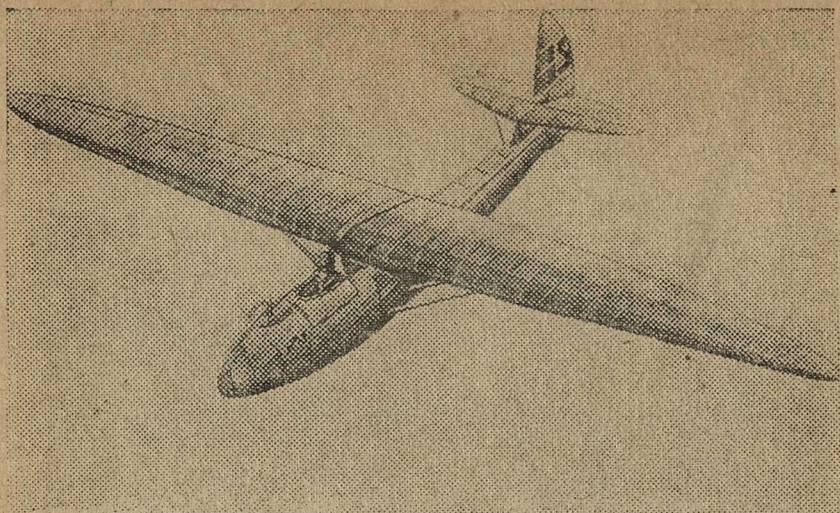


Рис. 26. Пилотажный и буксировочный планер «Г-9» конструкции Грибовского

планер т. Антонова «Упар» — учебный паритель (рис. 25). Слет выявил хорошие качества планера т. Грибовского «Г-9». Этот планер принят в стандартное производство в качестве тренировочного парителя, буксировочного и фигурного планера (рис. 26).

Слет пользовался огромным вниманием советской общественности и за свои достижения получил приветствия от т. Ворошилова.

Непосредственно перед слетом Осоавиахимом, комсомолом и профсоюзами было принято решение о массовом развертывании планеризма как авиаспорта трудящихся Союза, о приближении его к предприятиям города и деревни. Слет получил дополнительную задачу — выявить местный опыт участников слета и разработать материал для обеспечения организации, методики и безаварийности массового планеризма.

Основное отличие VIII слета от предыдущих заключалось в преобладании молодых парителей. Из 40 парителей 36 были парителями подготовки 1929—1932 гг. — инструктора местных школ и станций. Молодежи (Гавриш, Головин, Пищучев, Боруздин и др.) принадлежат и основные достижения слета. На слете было выпущено 15 парителей.

По всем показателям, кроме дальности, мы не только догнали, но и перегнали зарубежные достижения.

Ценнейший вклад в наш планеризм внесли тт. Грибовский и Степанченко. Тов. Грибовский построил планер «Г-9», на котором т. Степанченко впервые в мире на планере проделал весь комплекс фигур высшего пилотажа: мертвые петли, штопор, перевороты, полет на спине. В течение одного из полетов продолжительностью в 2 часа т. Степанченко сделал 115 мертвых петель. На этом планере тт. Грибовский и Степанченко провели первый в

СССР буксирный перелет протяжением 1700 км от Москвы до Коктебеля за самолетом «У-2». Там же, на слете, было обучено буксировке 15 молодых парителей.

Слет провел также огромную научно-исследовательскую и методическую работу, результаты которой дали материал для дальнейшего конструирования планеров и обеспечения безаварийности. Часть планеров принадлежала молодым конструкторам, в частности прекрасный планер «Тельман» т. Грошева. С летной точки зрения слет характеризуется освоением термического метода парения.

На слете погиб молодой паритель Леонид Козлов.

Перестройка советского планеризма. После слета началась широкая реализация решений о развертывании массового планеризма под непосредственным руководством председателя ЦС Осоавиахима Р. П. Эйдемана. 1933 год был в планерной работе переломным. Рост и развитие нашей авиации предъявили новые, повышенные требования к подготовке людских резервов.

ЦК ВЛКСМ, ВЦСПС и президиум ЦС Осоавиахима призвали все комсомольские, профсоюзные и осоавиахимовские организации решительно взяться за развитие в стране планеризма; за популяризацию в широких трудящихся массах его роли «в деле подготовки отважного, смелого, находчивого воздушного бойца» (В о р о ш и л о в) и за превращение планеризма в кратчайший срок в действительно общедоступный и популярный вид массового пролетарского спорта.

Во всех республиках, краях, областях, промышленных центрах и на крупнейших предприятиях при осоавиахимовских организациях создаются работоспособные советы содействия развитию планеризма.

Одновременно приказом т. Ворошилова планеризм был введен как авиаспорт в систему физкультуры Красной армии.

Поскольку многие местные советы Общества не уделяли достаточного внимания подбору и подготовке планерных кадров, пленум ЦС Осоавиахима 1934 г. постановил:

«а) Выдвинуть планеризм в качестве основного вида массового авиаспорта, обеспечив органическое включение его в работу аэроклубов. Планерную подготовку считать обязательной ступенью, предшествующей обучению полетам на самолете.

Для всего постоянного состава аэроклубов, годного к летной службе, планерную подготовку считать обязательной.

б) Принять решительные меры к организационному укреплению планерных организаций, внимательно подбирая руководящие кадры из наиболее проверенных командиров и политработников запаса или резерва; через заводские партийные, профсоюзные и комсомольские организации добиться ликвидации текучести обучающегося состава и произвольного отсева, поставив задачей доведение до конца обучения в кружках не менее 80%, а на планерных станциях — 90% обучающихся.

Превратить планерные кружки в подлинно массовые организации авиатехпропаганды, не ограничивая их деятельности одним летным обучением кружковцев.

Укрепить материально-финансовую базу планерных кружков путем повышения участия в их финансировании и работе предприятий, профсоюзов и комсомола.

в) Основные усилия направить на подготовку и переподготовку инструкторских кадров и их стабилизацию, разработав в ближайшее время «Положение о прохождении службы работниками планеризма».

Установить следующую систему подготовки планерных кадров:

1) подготовка инструкторов планерных станций организуется в планерных школах, обеспеченных квалифицированными инструкторскими кадрами; кустарная подготовка инструкторских кадров на самих станциях безусловно запрещается; области, не имеющие своих планерных школ, обязаны готовить инструкторов в школах других областей по указанию Управления авиации;

2) подготовка инструкторов для кружков организуется при станциях (без отрыва от производства) при наличии там квалифицированных инструкторов, подготовленных в школах;

3) высшая летно-планерная школа ЦС основной своей задачей имеет подготовку руководящих кадров планеризма.

Имея в виду, что развитие планеризма в восточных районах Союза (Западная и Восточная Сибирь, ДВК и т. д.) тормозится отсутствием планерных кадров, поручить президиуму ЦС проработать вопрос о создании к концу 1935 г. планерной школы союзного значения (наподобие ВЛШШ) на востоке.

г) Инструктора планерных станций в порядке инструкторских занятий (без отрыва от основной работы) должны быть в течение года обучены полетам на самолете в аэроклубах.

д) Предложить всем республиканским, краевым и областным советам Осоавиахима обеспечить проведение в июле местных планерных слетов соревнований перед созывом X Всесоюзного слета планеристов».

Итоги первого десятилетия советского планеризма. IX Всесоюзный слет планеристов в 1933 г. подвел итоги десятилетнего развития советского безмоторного летания и носил поэтому юбилейный характер.

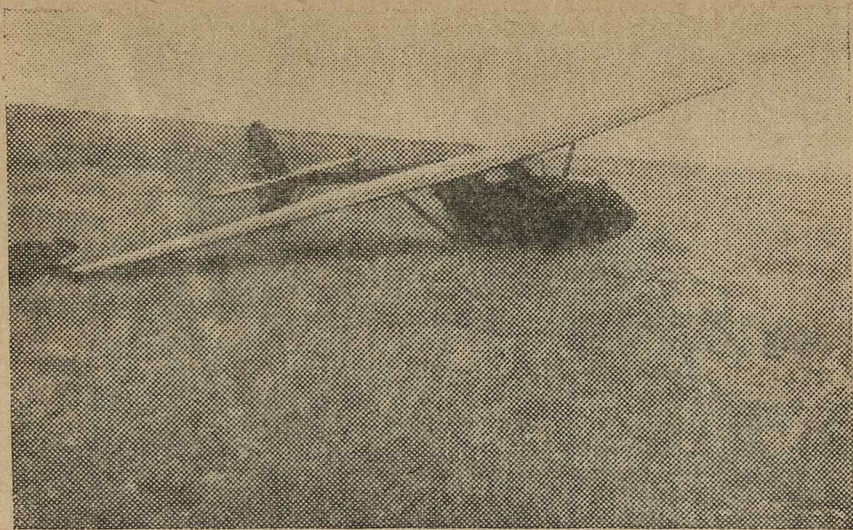
Десятилетний путь советского планеризма лучше всего характеризуется ростом планерного движения, превратившегося в массовый пролетарский авиаспорт и самостоятельную отрасль авиатехники.

Советский планеризм занял первое место в мире по масштабу работы (см. таблицу).

Рост советского планеризма

Г о д ы	1928	1929	1930	1931	1932	1933
Кружков	—	Данных нет				500
Школ и станций	8	14	17	32	60	175
Планеров учебного типа	110	170	200	250	480	1 500
Выпущено						
Планеристов II ступени	275	350	417	750	1 800	3 500
» I »	—	—	—	—	—	8 500
Инструкторов	17	26	32	69	137	1 000
Парителей	—	10	19	26	105	250

IX слет отразил рост, технический уровень и массовый характер советского планеризма. По количеству планеров — 62 — и участников — 300 человек, из которых 130 человек летного состава, — он является крупнейшим за 10 лет. 55 % членов и кандидатов ВКП(б) и комсомольцев в составе слета отражают сдвиги в кадрах планеристов. Слет занимает выдающееся место и по достигнутым на нем результатам.



Р и с. 27. Планер «Ш-5» конструкции Шереметьева

Слет начался буксирным перелетом планера Г-9 из Оренбурга через Москву протяжением 3550 км и закончился буксирным перелетом двухместного планера «Ш-5» (рис. 27) протяжением 5 025 км. На самом слете был ряд полетов с буксира. 3 планера, забуксированные на разные высоты и отцепленные, отвезли почту в Старый Крым, Карасубазар и Симферополь. Этими полетами положено начало использованию планирующих свойств планера, забуксированного на большую высоту.

Дни IX слета были богаты явлениями термических восходящих потоков, что позволило достичь высот 2 500—2 600 м. Эти же дни характеризуются кучевой облачностью и грозowymi фронтами. Наши планеристы впервые получили возможность облачного и фронтового полета.

Парители слета достигли исключительных результатов, дав ряд новых рекордов.

Эти достижения принадлежат молодым пилотам-планеристам. Всего к концу слета насчитывалось 80 парителей, из которых старыми летчиками были только 5—6 чел. Все остальные — в большинстве питомцы высшей планерной школы.

Наряду с полетами квалифицированных пилотов велась усиленная работа по подготовке и повышению квалификации планеристов. В результате 9 чел. выпущено планеристами, 16 — парителей класса «А» и 29 — парителей класса «Б». Повышением квалификации охвачено 58 чел., из них 32 чел. прошли буксировку и 6 — высший пилотаж.

Пилотаж на планере завоевывает все большее место в системе обучения. Необходимость овладения пилотажем для планеристов особенно подчеркивается грозowymi полетами, так как планеры,



Рис. 28. Гидропланер конструкции Грибовского на IX Всесоюзном слете 1933 г.

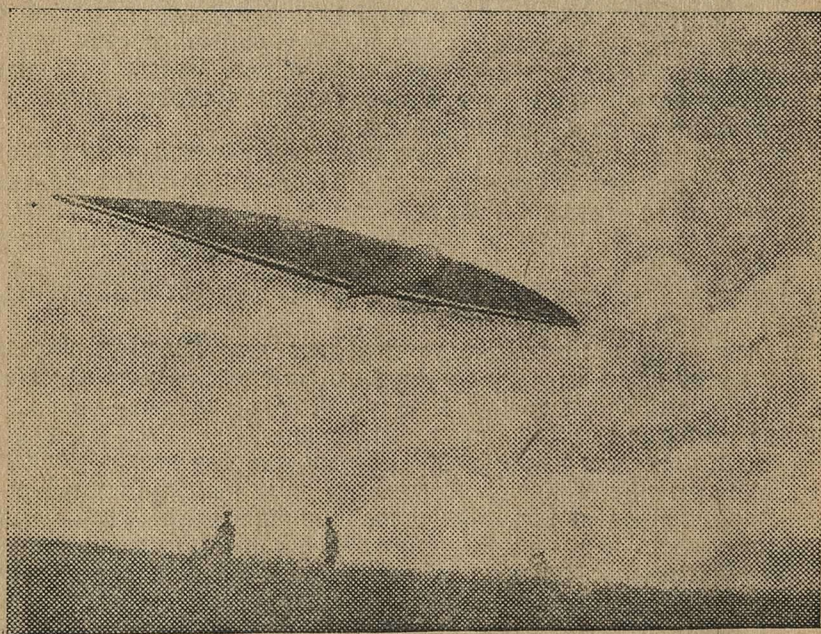


Рис. 29. Бесхвостый планер «Парабола» конструкции Б. И. Черановского на IX Всесоюзном слете

попавшие в тучу, сплошь и рядом совершают произвольно фигуры.

В числе интересных полетов слета следует отметить полет т. Степанченка на «Г-9», сделавшего за 3 ч. 27 м. 200 фигур.

Очень интересны и технически совершенны были планеры слета. Выдвинулись талантливые молодые конструктора.

Тов. Грошев дал прекрасный планер «ЦК комсомола». Ряд планеров после слета вошел в стандарт материальной части: двухместный «Ш-5» конструкции Шереметьева, легкий паритель «Г-13» т. Грибовского.

В летном отношении слет характеризуется значительными успехами. Главное достижение — освоение облачного полета. Советские рекорды подняты на высшую ступень, частично они перекрыты в 1934 г. инструктором высшей планерной школы т. Симоновым и рекордами X слета.

Одновременно мы имеем повышение мировых рекордов немцами во время планерной экспедиции 1934 г. в Бразилию.

После IX слета продолжается рост планерной работы. За первое полугодие 1934 г. масштаб советского планеризма выражается в следующих цифрах:

Кружков	1 200
Школ и станций	200
Планеров около	2 000
Охват	34 000 чел.

Подобный размах планерного движения стал возможным благодаря массовому выпуску планеров и подготовке инструкторов.

На сегодняшний день нет такого уголка в Советском союзе, где бы не было планерной организации того или иного масштаба.

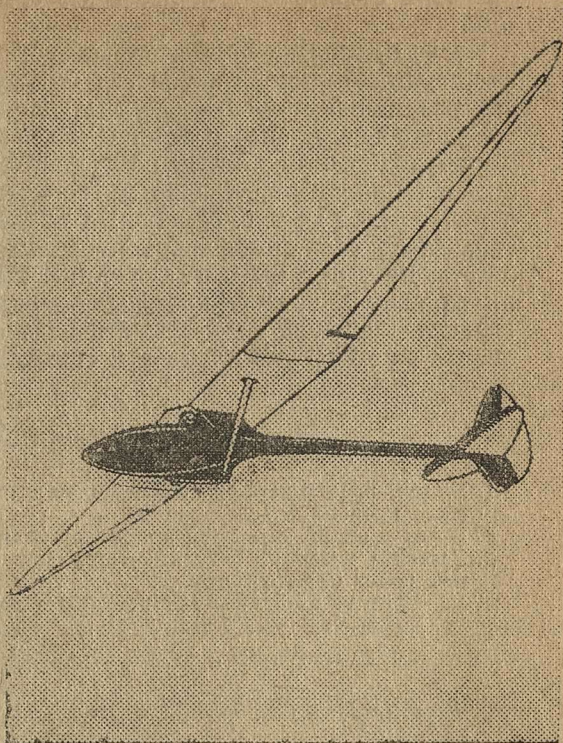


Рис. 30. Планер «ДП» конструкции Антонова, участвовавший на VIII и IX слетах. Тип наиболее совершенного по формам современного планера

Даже на Сахалине и на Камчатке организуются планерные станции.

Нигде в мире не поставлено так широко практическое применение техники планеризма. Метод безмоторного полета применяется для различных научно-исследовательских экспериментов.

Буксировка планеров за самолетом после ряда успешных полетов внедряется в практику воздушного транспорта. Для этого строятся специальные большие многоместные планеры и кроме того планерлеты, т. е. буксирные планеры с мотором. Наличие мотора даст возможность забуксированному и отцепленному планеру лететь, не теряя высоты. Советские планеристы настолько развили технику буксировки, что могут одновременно буксировать несколько планеров, подхватывать планер налету с земли и провели опыты по прицепке планера к самолету в воздухе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова роль советской общественности в развитии и организации советского планеризма?
 2. В чем заключалась сущность перестройки советского планеризма?
 3. Назовите наиболее типичные современные конструкции советских планеров и их конструкторов.
 4. Перечислите известные вам рекордные достижения советского планеризма.
-

ЧАСТЬ II

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛЕТА НА ПЛАНЕРЕ

Глава 7

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА В ВОЗДУХЕ

Плотность воздуха. Воздух — не пустота, а вещество.

Так как он прозрачен и мы к нему привыкли, мы его не замечаем. Однако, когда воздух начинает передвигаться, мы начинаем чувствовать ветер (давление воздуха). То же самое происходит, когда мы начинаем двигаться в спокойном воздухе.

Давить воздух может потому, что он, как и все вещества, состоит из мельчайших частиц, не видимых даже в самые сильные увеличительные стекла.

Чем больше этих частиц в одном кубическом сантиметре воздуха, тем воздух плотнее. Таким образом плотностью называется насыщенность определенного объема воздуха частицами (молекулами) воздуха.

Частицы воздуха, как бы они малы ни были, обладают весом. Верхние давят на нижние, и чем ближе частица к земле, тем больше частиц давит на нее сверху. Значит чем ближе к земле, тем больше сжат воздух слоями воздуха, находящимися над ним. Иначе говоря чем ближе к земле, тем воздух плотнее; чем выше от земли, тем плотность воздуха меньше.

У земли воздух давит на каждый квадратный сантиметр любого тела с силой около $1,033 \text{ кг}$. Это — вес того столба воздуха, который находится над поверхностью 1 см^2 . Но это давление не всегда постоянное: оно может быть меньше или больше в зависимости от того, сколько воздуха над этим местом, какова высота столба воздуха над ним¹. На высоте 5000 м оно уменьшится почти вдвое (около 550 г на 1 см^2) и на высоте в 15000 м — в $8,5$ раз (около 120 г на 1 см^2).

Естественно, что и вес 1 см^3 воздуха и его плотность будут по мере увеличения высоты также уменьшаться.

Давление в $1,033 \text{ кг}$ на 1 см^2 соответствует давлению на 1 см^2 столба ртути высотой 760 мм . Это давление принято считать нормальным.

¹ Предполагают что, высота слоя воздуха над землей достигает 300 км и более, после чего над ним располагаются уже более легкие газы.

Определяя плотность воздуха как насыщенность 1 м^3 воздуха молекулярными частицами, необходимо иметь в виду, что она обычно измеряется весом всей массы этих частиц в этом объеме. При этом вес этой массы зависит от ускорения силы тяжести в данном месте, от температуры, от давления и от того, насколько воздух насыщен влагой.

Ускорение силы тяжести для каждого места земного шара постоянно¹, поэтому гораздо важнее изменение плотности воздуха в зависимости от температуры, давления и влажности.

С увеличением давления плотность воздуха повышается, а с увеличением температуры и влажности — уменьшается.

Сопротивление воздуха. Предмет, движущийся в воздухе, должен сжимать перед собой его частицы, которые, ища выхода, будут устремляться в сторону, обтекая предмет и сжимаясь у его боков. За предметом сжатые частицы устремятся обратно на свое место в виде струек (рис. 31).

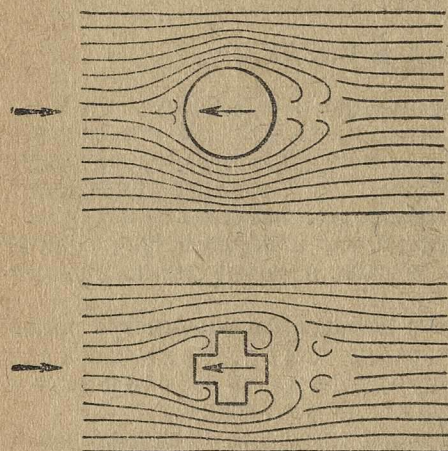


Рис. 31. Обтекание предметов потоком воздуха. Струйки, возвращаясь за предметом на старое место и попадая в разреженное пространство, завихряются

Эти струйки стремятся возвратиться в спокойное состояние, но их тянет за собой задняя поверхность предмета. Чем с большей скоростью предмет движется, тем ему дальше удастся оторваться от этих струек, причем между его задней поверхностью и струйками создается разреженное пространство с уменьшенной плотностью воздуха и следовательно с уменьшенным давлением. В этом пространстве воздух будет как бы подсасывать заднюю поверхность предмета.

Обтекая предмет с боков, частицы воздуха будут тереться о его поверхность, вызывая трение.

Необходимость сжать воздух спереди и с боков, отрываться от подсасывания сзади и преодолевать трение — все это будет затруднять продвижение предмета вперед и чтобы двигать предмет потребуется какое-то усилие.

Совершенно безразлично, движется ли сам предмет в неподвижном воздухе, или воздух движется вокруг неподвижного предмета, или наконец движутся и предмет и воздух. Во всех случаях картина одна и та же. Важно лишь, с какой скоростью частицы воздуха обтекают предмет. Если около неподвижного предмета ветер дует с такой скоростью, что каждая его частица в 1 секунду перемещается на 3 м, или если предмет движется в неподвижном воз-

¹ Не принимая во внимание незначительной разницы.

духе со скоростью 3 м в секунду, поток воздуха обтекает предмет в обоих случаях со скоростью 3 м в секунду. Если предмет движется со скоростью 3 м/сек навстречу воздуху, движущемуся со скоростью 2 м/сек, поток обтекает предмет со скоростью 5 м/сек и т. д.

Во всех этих случаях важна скорость потока относительно находящегося в нем предмета — так называемая относительная скорость потока. Чем она больше, тем быстрее воздух обтекает тело, тем больше усилия надо для того, чтобы продвигать или удерживать тело в потоке, и тем большее сопротивление воздух будет оказывать телу.

Таким образом сопротивлением воздуха телу, движущемуся или находящемуся в потоке воздуха, называется противодействие воздуха телу, стремящееся отклонить тело назад.

По закону физики о равенстве действия противодействию сила сопротивления воздуха всегда будет равна по величине и противоположна по направлению той силе, которую необходимо приложить к телу для продвижения вперед или для удержания его в неподвижном состоянии.

Зависимость сопротивления от скорости потока. Сила сопротивления воздуха телу зависит от скорости, с которой поток обтекает тело. Однако при этом обнаруживается очень интересное явление.

Оказывается, что если скорость потока увеличится в два раза, то сопротивление увеличится не в два, а в четыре раза. Если скорость увеличится в три раза, сопротивление увеличится в девять раз. Отсюда видно, что сила сопротивления воздуха увеличивается соразмерно скорости потока (или скорости движения тела в потоке), помноженной на себя. В математике соразмерность принято называть пропорциональностью, а результат умножения какого-нибудь числа на самого себя — квадратом этого числа. Поэтому мы можем сказать, выражаясь математически: «Сила сопротивления воздуха движущемуся в нем или обтекаемому предмету пропорциональна квадрату скорости обтекания».

Естественно, что чем воздух плотнее, тем сопротивление больше, так как телу приходится большее число частиц толкать спереди и раздвигать по бокам. Поэтому чем выше мы находимся над земной поверхностью, тем меньшее сопротивление мы будем испытывать при движении в воздухе.

Зависимость сопротивления от формы тела. То обстоятельство, что сопротивление с повышением скорости становится все большим и большим препятствием для движения в воздухе, заставило изыскивать пути для его уменьшения.

Одинаковые по объему предметы в зависимости от их формы имеют в воздушном потоке разные сопротивления: величина силы сопротивления зависит от формы и положения тела в потоке. Установлено, что чем ближе форма тела приближается к форме вытянутой капли (форма дирижабля), при условии, что предмет такой формы расположен округлой частью

к потоку, а заостренной — в сторону направления потока, тем сопротивление меньше (рис. 32).

На рис. 33 изображены предметы, дающие одинаковые сопротивления. Несмотря на свою величину по сравнению с другими, предмет, имеющий форму дирижабля, дает такое же сопротивление, как и значительно меньший шар и совсем тоненькая палочка. Это происходит потому, что поток, обтекая эту форму, раздвигается плавно, обходит ее и сходится на остром ее конце без завихрений. Совсем

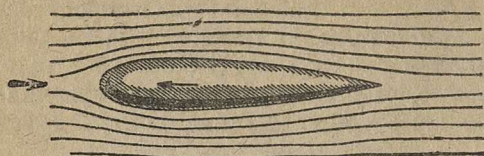


Рис. 32. Предмет удобообтекаемой формы. Струйки сходятся за предметом без завихрений

иная картина происходит с другими предметами (рис. 34). Формы, дающие наименьшее сопротивление, называются удобообтекаемыми.

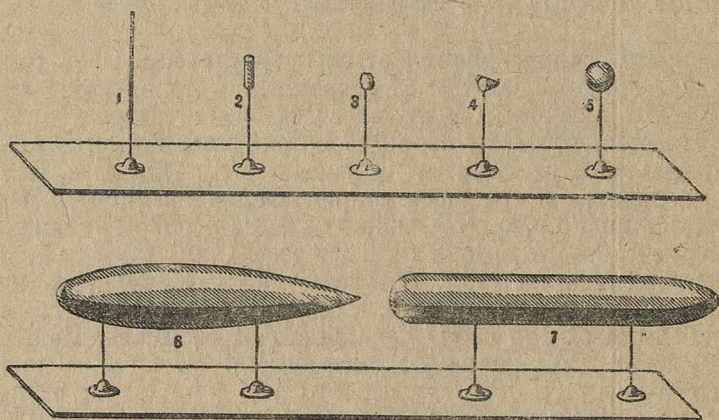


Рис. 33. Предметы различных форм и размеров, имеющие одинаковые сопротивления. Тоненькая палочка (1) имеет такое же сопротивление, как большой сигарообразный предмет (6)

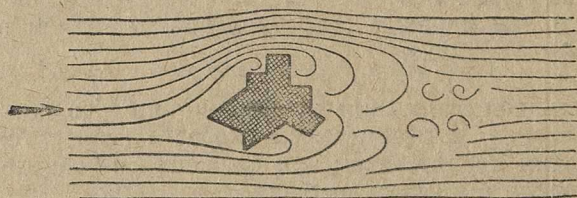


Рис. 34. Обтекание предмета неудобообтекаемой формы. Углы и неровности вызывают завихрения

Из двух предметов, обладающих одинаково обтекаемыми формами, больше сопротивления будет оказывать тот, который больше по размеру.

Итак сопротивление зависит от:

- а) скорости потока, обтекающего предмет,
- б) формы тела и положения его по отношению к потоку,
- в) гладкости поверхности тела,
- г) величины предмета,
- д) плотности воздуха.

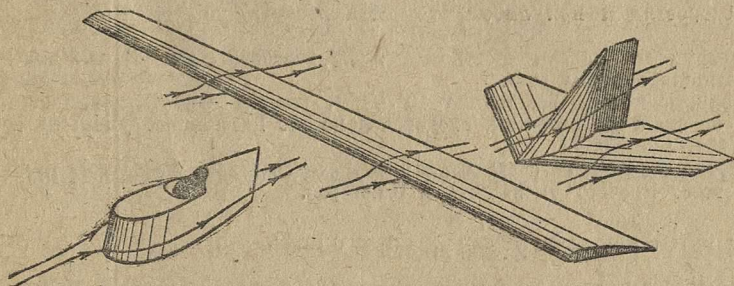


Рис. 35. Обтекание кабины, крыла и рулей планера «Ус-3»

Вот почему у планера и самолета все части делаются наиболее обтекаемой формы. На рис. 35 изображены кабина планера, крыло и рули. Стрелки изображают путь обтекания их воздухом.

Обозначив сопротивление через R и скорость потока через V и зная, что величина силы сопротивления тела потоку прямо пропорциональна квадрату скорости, мы можем эту зависимость (не принимая во внимание пока других условий) выразить равенством:

$$R = V^2 \dots \dots \dots (I)$$

Но так как сопротивление зависит от формы, гладкости поверхности, величины тела, а также и от плотности воздуха, то эту формулу нам необходимо выразить в более точном виде.

Величину тела мы можем выразить через площадь его наибольшего сечения в плоскости потока (мидель) или через площадь (для крыла или пластинки). Обозначив эту площадь через S и зная, что сопротивление прямо пропорционально величине тела, мы можем выражение (I) пополнить зависимостью R и от S .

$$R = SV^2 \dots \dots \dots (II)$$

Плотность воздуха — величина отвлеченная, выражающая отношение веса 1 м^3 воздуха (при температуре 15° и давлении 760 мм ртутного столба) — $1,225 \text{ кг}$ к ускорению силы тяжести — $9,81$, что может быть представлено в виде: $1,225 : 9,81 = 0,125$, или $\frac{1}{8}$. Однако с изменением температуры и давления она может измениться. Поэтому обозначим плотность через ρ :

$$R = \rho SV^2 \dots \dots \dots (III)$$

В это выражение не введена пока лишь зависимость от формы и положения тела и состояния его поверхности. Если для скорости, величины тела и плотности воздуха имеются определенные измерения (метры в секунду, квадр. метры и плотность воздуха, приведенная к единице), то форму тела и состояние (гладкость) его поверхности измерить определенной единицей измерения нельзя.

Поэтому для выяснения степени влияния формы, положения и поверхности поступают следующим образом.

В специальной, так называемой аэродинамической, трубе помещают модель данной формы с гладко отполированной поверхностью. Модель соединяется с

точными весами, указывающими величину силы (в кг) сопротивления модели при пропуске через трубу потока воздуха.

Предположим, что сопротивление модели данной формы $R_0 = 3$ кг при следующих условиях:

V_0 — скорость потока = 10 м/сек; S_0 — площадь модели = 2 м² и ρ — плотность воздуха = 0,125.

Чтобы узнать, каково сопротивление модели данной формы при $V = 1$ м в секунду, $S = 1$ м² и $\rho = 1$, что необходимо для того, чтобы иметь возможность вычислить сопротивление такой же формы при любой ее величине, при любых скоростях и при любой плотности воздуха, поступаем следующим образом.

а) Поверхность модели составляла 2 м², следовательно $R_0 = 3$ кг необходимо уменьшить в два раза.

б) Скорость потока составляла 10 м/сек, причем сопротивление $R_0 = 3$ кг зависит от квадрата скорости, следовательно его необходимо уменьшить кроме того в $10^2 = 100$ раз.

в) Плотность воздуха составляла 0,125, следовательно $R_0 = 3$ кг необходимо помимо всего прочего уменьшить в 0,125 раз.

$$\text{Таким путем получаем: } \frac{3}{2 \cdot 100 \cdot 0,125} = 0,12 \text{ кг.}$$

Таким образом, если в равенстве $R = \rho S V^2$ величина ρS и V будут равны каждой порознь 1, то зависимость от формы при данном ее положении в потоке выражалась бы числом 0,12, на которое следовало бы помножить всю остальную правую часть равенства, и все равенство приняло бы вид:

$$R = 0,12 \cdot \rho S V^2,$$

где R выражено в кг, S — в м² и V — в м/сек (а ρ — отвлеченной величиной).

Предположим, что мы имеем модель той же формы, но уже площадью в 4 м и хотим узнать ее сопротивление при скорости 15 м/сек и плотности 0,150; тогда, подставляя эти значения в равенство $R = 0,12 \cdot \rho S V^2$, получим: $R = 0,12 \cdot 4 \cdot 0,150 = 17$ кг.

Это число — 0,12, — выражающее влияние на величину сопротивления данной формы при данном ее положении в потоке, носит название коэффициента сопротивления данной формы.

Таким образом коэффициентом сопротивления называется величина силы сопротивления данной формы при площади ее в 1 м², скорости потока в 1 м/сек и плотности воздуха, равной 1. Коэффициент сопротивления обозначается обычно буквой C .

Пополняя выражение $R = \rho S V^2$ (III) этим последним условием зависимости, мы получим: $R = \rho C S V^2$.

В этой формуле выражен основной закон аэродинамики, который необходимо твердо помнить всякому желающему грамотно разбираться в основных аэродинамических вопросах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое плотность воздуха?
2. Почему стратостаты имеют герметически закрытую кабину?
3. Почему рыбы, вылавливаемые с больших глубин, на земле распухают и лопаются?
4. Какой воздух более плотный — сухой или влажный?
5. Почему и как можно пользоваться барометром для определения высоты?
6. Отчего происходит сопротивление потока воздуха находящемуся в нем телу?
7. Что такое относительная скорость потока?
8. Какова относительная скорость потока, если воздух движется со скоростью 20 м/сек. и предмет со скоростью 5 м/сек. — ему навстречу?
9. Во сколько раз увеличится сопротивление, если скорость потока увеличилась в 5 раз?
10. Где давление больше: спереди или непосредственно сзади предмета, находящегося в потоке воздуха?

11. Чем объясняется форма рыб?
12. Отчего при движении предмета в воздухе образуется вихрь?
13. Что такое обтекаемая форма?
14. Перечислите, какие условия влияют на сопротивление предмета в потоке воздуха.
15. Выразите формулой зависимость сопротивления от величины предмета и скорости потока.
16. Что называется коэффициентом сопротивления?
17. Напишите основную формулу аэродинамики.
18. Вычислите сопротивление воздуха предмету, движущемуся со скоростью 36 км/час на высоте, где плотность на $\frac{1}{6}$ меньше, чем нормальная у земли, если площадь предмета составляет 5 м^2 и коэффициент его сопротивления равен $0,65$.

Глава 8

ПОДЪЕМНАЯ СИЛА И ЛОБОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Плоская пластинка в потоке воздуха. Если плоскую пластинку поместить в поток воздуха перпендикулярно к его направлению (так, чтобы она составляла с направлением потока прямой угол), то поток будет обтекать ее так, как это показано на рис. 36.

Спереди на пластинку будет действовать уплотненный воздух (*повышенное давление*), а за пластинкой на нее будет действовать разреженный воздух, подсасывающий пластинку (*пониженное давление*).

Повышенное давление спереди и пониженное сзади будут стремиться сместить пластинку в направлении движения потока.

Всякая причина, стремящаяся изменить или сохранить положение тела или изменить направление или скорость его движения, носит в физике название *силы*.

Следовательно, можно сказать, что поток действует на пластинку с какой-то силой, изображенной в виде стрелки R (рис. 37). Для того, чтобы пластинка не была под действием этой силы увлечена потоком, мы должны удерживать пластинку равной по величине силой, но направленной прямо противоположно силе R . Назовем эту силу силой P .

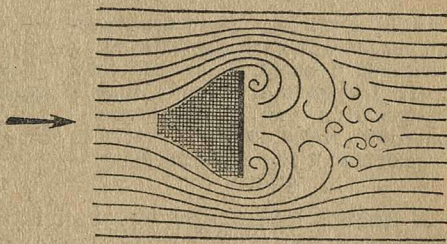


Рис. 36. Обтекание плоской пластинки потоком воздуха. Завихренная область за пластинкой является одновременно областью пониженного давления

Закон разложения сил. Если мы положим на доску груз весом в 4 кг , то на каждый из четырех равных участков доски, на которых расположен груз, он будет давить с силой, равной 1 кг , (рис. 38). В сумме эти четыре силы могут быть заменены одной силой R , равной по величине 4 кг , действующей на доску в точке O .

Эта сила носит название *равнодействующей*, а точка O — *точкой приложения равнодействующей*.

При действии на доску силы в 4 кг она действует и на каждую опору доски. Так как опора в равном удалении от равнодействующей, то они испытывают действие одинаковых сил, равных по величине каждой 2 кг. Иначе говоря, сила R разложена на две силы.

Силы изображаются в виде линий, соответствующих по длине их величине. Если одна сила больше или меньше другой, то и вектор ее (так называется линия) изображается во столько же раз больше или меньше вектора последней.

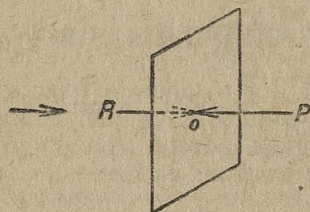


Рис. 37. Если поток (его направление указано стрелкой) действует на пластинку с силой R , то для того, чтобы удержать пластинку в этом положении в потоке, необходимо — приложить к ней силу P , равную ей по величине и обратную по направлению.

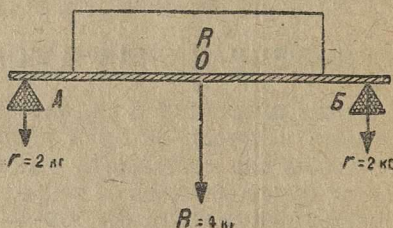
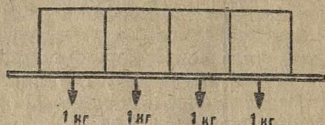


Рис. 38. Сила тяжести R груза действует на каждую из опор A и B с силой в 2 кг, а на доску — с силой в 4 кг, приложенной к точке O . Иначе говоря, сила R разложена на 2 силы: r и r , приложенных к опорам A и B и в сумме составляющих силу R .

В нашем примере с плоской пластинкой сила R есть равнодействующая сила всех ударов частиц на всю ее поверхность и сил, давящих на нее спереди и отсасывающих ее сзади.

Иначе говоря, если бы поток был абсолютно ровным и пластинка абсолютно прямой, то можно было бы за эту точку O (скажем шнурком) удерживать пластинку в неподвижном положении в потоке.

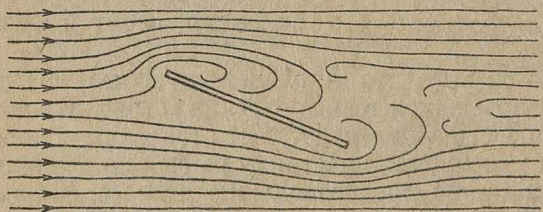


Рис. 39. Обтекание плоской пластинки, помещенной в потоке в наклонном положении

При этом картина обтекания будет уже иная. Частицы

При этом сила, с которой пришлось бы тянуть за шнурок, была бы равна по величине и направлению силе P . Эта сила носит название силы тяги.

Сила R носит название силы полного

сопротивления пластинки. Точка O , к которой сводятся все силы, действующие со стороны потока на пластинку, и являющаяся их равнодействующей, носит название центра давления.

Предположим теперь, что пластинка несколько наклонена (рис. 39). При этом картина обтекания будет уже иная. Частицы

воздуха, ударяясь о переднюю поверхность пластинки, будут стремиться ее сместить и назад и вверх.

Помимо этого уплотненный воздух перед пластинкой стремится обтечь пластинку, обогнув ее снизу, по направлению потока, в большей степени, чем через ее верхний край, где уплотненный поток вынужден прорваться навстречу своему основному движению. Значит большее количество уплотненного воздуха прорвется и завихрится через задний нижний край пластинки. Стремясь занять свое место, частицы этого воздуха создадут подсасывание частиц за задней поверхностью пластинки не в направлении движения потока, а в направлении, несколько отклоненном от потока вверх.

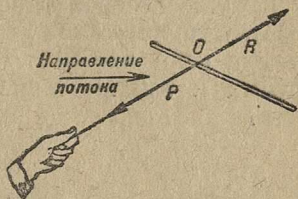


Рис. 40. Точка O приложения равнодействующей R находится в этом случае не в середине, а ближе к переднему ребру пластинки

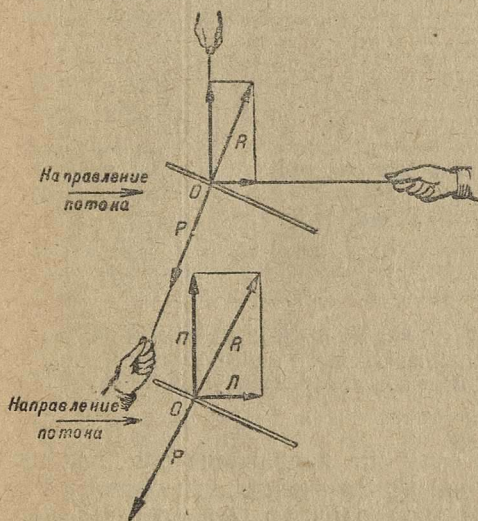


Рис. 41. Разложение сил, действующих на наклонную пластинку в потоке

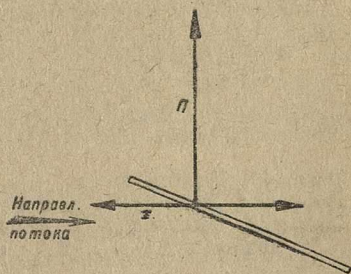


Рис. 42. Наклонная пластинка под действием силы тяги (T) не только противостоит равной ей силе лобового сопротивления (L), но и отклоняется вверх, так как подъемная сила (P) никакой другой силой не уравновешивается

Иначе говоря, сила полного сопротивления будет направлена куда-то в сторону, а в общем назад и вверх. Укрепив теперь шнурок к середине пластинки для того, чтобы сохранить ее устойчивое положение в потоке, мы цели не достигнем, так как края пластинки обтекаются неодинаковым количеством воздуха, и для того, чтобы сохранить ее в устойчивом положении, нам придется шнурок передвинуть несколько выше — ближе к переднему краю. Точка O (точка приложения силы R и центр давления на нашу пластинку) теперь переместилась (рис. 40).

Сила тяги нашего шнурка должна быть равна силе R и прямо ей противоположна.

Возникновение под'емной силы и силы лобового сопротивления.

Прекратим теперь действие потока, продолжая тянуть за шнурок P , и вместо силы R к точке O с обратной стороны пластинки привяжем два шнурка, которые будут действовать на пластинку так же, как и поток: один вверх и другой в направлении потока, и которые заменят нам силу R так, чтобы пластинка осталась на месте. Силу, с которой тянет первый шнурок вверх, назовем силой Π , а силу, с которой тянет назад второй шнурок (в направлении потока), назовем силой L (рис. 41).

Отсюда ясно, что силу R можно заменить двумя силами, приложенными к той же точке O , но имеющими уже разные направления.

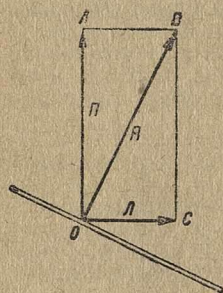


Рис. 43. Параллелограм сил, действующих на наклонную пластинку

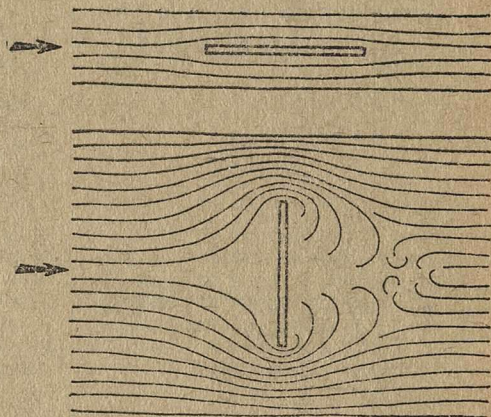


Рис. 44. Обтекание плоской пластинки в положении, сливающемся с направлением потока, и в положении, перпендикулярном ему

Они погашаются силой тяги, если она направлена так, как направлен изображающий ее шнурок P . Это значит, что силу полного сопротивления мы можем разложить на две силы: силу Π , называемую под'емной силой, и силу L , называемую силой лобового сопротивления.

Но если в нашем примере со шнурками силу тяги P (шнурок P) мы заменим силой T (рис. 42), направленной не вниз, а против направления потока (вперед) и по величине, равной силе L , то, взаимно погашаясь, эти силы не вызовут движения пластинки вперед или назад. Зато под'емная сила Π , теперь уже ничем не погашаемая и действуя на пластинку свободно по направлению вверх, заставит пластинку подниматься.

Точно так же и в потоке, если сила тяги равна силе лобового сопротивления, они взаимно погашаются, и пластинка под действием под'емной силы поднимается.

Мы уже говорили, что совершенно безразлично, движется ли воздух около неподвижной пластинки или пластинка движется в неподвижном воздухе. Чтобы сохранить скорость потока относительно пластинки или скорость движения пластинки относитель-

но воздуха, сила тяги всегда должна быть равна силе лобового сопротивления. Если сила тяги возрастет (или уменьшится) и скорость пластинки увеличится (или уменьшится), то неизбежно увеличится (или уменьшится) и сила лобового сопротивления, и обратно: если возрастает сила лобового сопротивления, то скорость неизбежно уменьшится, и для того, чтобы ее восстановить, необходимо увеличить соответственно и силу тяги.

Итак сила полного сопротивления складывается из действия двух сил — силы лобового сопротивления и подъемной силы.

Обозначив:

силу полного сопротивления через R ,

силу лобового сопротивления через L ,

подъемную силу через Π ,

можем считать с некоторым допущением¹, $R = L + \Pi$, т. е. что сила полного сопротивления равна сумме сил подъемной и лобового сопротивления.

Разложение аэродинамических сил, действующих на пластинку, производится по правилу параллелограмма (рис. 43). Разлагая силу R (равнодействующую всех сил, действующих на пластинку) на силы L и Π , строим параллелограмм $OABC$. Вектор силы Π равен катету OA треугольника OAB . Вектор силы L равен $OC = AB$, т. е. другому катету того же треугольника. Вектор силы R равен OB — гипотенузе того же треугольника. Зная, что квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов, заключаем: $OB^2 = OC^2 + OA^2$ или, заменяя векторы силами $R^2 = L^2 + \Pi^2$, откуда $R = \sqrt{L^2 + \Pi^2}$; таким образом определение $R = L + \Pi$ следует понимать условно, как геометрическую сумму сил $L + \Pi$, что при исчислении этих сил надо всегда иметь в виду, пользуясь выражением: $R = \sqrt{L^2 + \Pi^2}$, а не выражением $R = L + \Pi$.

Почему величина силы R меньше арифметической суммы величин сил L и Π , т. е. $R < (L + \Pi)$, вполне понятно, так как они действуют под некоторым углом друг к другу и, сливаясь в общую равнодействующую R , должны погасить каждая ту часть своей величины, которая возникает в силу того, что они до некоторой степени противоположны, т. е. вынуждены, помимо действия на пластинку, действовать еще друг на друга.

Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от угла атаки. Когда пластинка составляет с направлением потока прямой угол (перпендикулярна потоку) или когда она сливается с направлением потока (рис. 44), подъемной силы не возникает; в этих случаях сила лобового сопротивления является одновременно и силой полного сопротивления пластинки.

Нетрудно понять, что в том случае, когда пластинка сливается с направлением потока, величина силы полного сопротивления пластинки меньше, чем при всяком другом положении пластинки.

Ясно и то, что наибольшей величины сила полного сопротивления достигает тогда, когда она помещена под прямым углом к направлению потока, т. е. перпендикулярно к потоку.

Угол отклонения пластинки от линии направления потока, т. е. угол, составленный пластинкой и линией направления потока (проведенной через заднее ребро

¹ При преподавании неточность этого допущения должна быть объяснена в зависимости от знания слушателями геометрии.

пластинки), называется углом атаки пластинки, или углом встречи.

Когда переднее ребро¹ отклонено от линии направления потока вверх, угол атаки носит название положительного; если же ребро атаки отклонено вниз, этот угол принято называть отрицательным.

По мере увеличения угла атаки пластинки от 0° до 90° , сила полного сопротивления (R) увеличивается от наименьшего до наибольшего своего значения.

Но $R = L + D$; значит по мере увеличения угла атаки сумма сил подъемной и лобового сопротивления ($L + D$), которые составляют силу R , также увеличивается от наименьшего до наибольшего своего значения.

Рассмотрим же теперь, как изменяется по мере изменения угла атаки каждая из этих сил в отдельности.

Подъемная сила при углах атаки, равных 0° и 90° , исчезает. По мере увеличения в этих пределах угла атаки подъемная сила пластинки сначала увеличивается (до угла в 30°), а затем уменьшается до полного исчезновения.

Сила лобового сопротивления плоской пластинки при изменениях угла атаки от 0° до 90° возрастает почти равномерно и наибольшего своего значения достигает при угле атаки в 90° .

Ясно, что соотношение между силами лобового сопротивления и подъемной силой на разных углах атаки неодинаково.

Если бы такая пластинка служила крылом самолета или поверхностью змея, важно было бы знать, на каком угле атаки у нее наибольшая подъемная сила, чтобы на этом угле атаки укрепить крыло или держать змей. Но при этом важно, чтобы и лобовое сопротивление было по возможности меньше, чтобы с меньшими усилиями давать самолету скорость, необходимую для получения этой подъемной силы.

Понятие о качестве крыла. Поэтому гораздо важнее знать, на каких углах атаки подъемная сила больше всего превосходит силу лобового сопротивления. Если это окажется на таком угле атаки, что соответствующая ему подъемная сила хотя и превышает лобовое сопротивление, но сама по себе невелика, можно будет увеличить размеры крыла или змея. Зато при данной подъемной силе для продвижения крыла или удержания змея потребуется наименьшее усилие.

Число, показывающее, во сколько раз подъемная сила на данном угле атаки больше силы лобового сопротивления, называется качеством и обозначается буквой K . Таким образом $K = \frac{D}{L}$.

У плоской пластинки величина подъемной силы резко возрастает при изменении углов атаки от 0° до 30° , а затем уменьшается, в то время как возрастание силы лобового сопротивления происхо-

¹ Его называют ребром атаки, или ребром встречи (заднее ребро принято называть ребром обтекания).

лит почти равномерно при изменении углов атаки от 0° до 90° ; это значит, что на небольших углах атаки, по мере их изменения, возрастание подъемной силы превосходит возрастание силы лобового сопротивления и качество на этих углах больше, чем на всех прочих углах атаки. Тот угол атаки, на котором качество плоской пластинки достигает наибольшей величины, на котором подъемная сила больше всего превышает силу лобового сопротивления, называется углом атаки максимального качества.

Итак по мере изменения угла атаки плоской пластинки от 0° до 90° :

а) лобовое сопротивление пластинки возрастает почти равномерно;

б) подъемная сила на малых углах резко возрастает, на средних начинает убывать, сходя на-нет по мере приближения к углу в 90° ;

в) наиболее выгодное соотношение подъемной силы лобового сопротивления (максимальное качество) получается на одном из малых углов атаки.

Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от скорости потока. Сопротивление зависит, как мы знаем (см. предыдущую главу) от ряда причин и в наибольшей степени от скорости потока: «Сопротивление прямо пропорционально квадрату скорости». Подъемная сила и лобовое сопротивление или, как мы условились силы Π и L , составляют силу R — полного сопротивления пластинки. Как мы узнали, эти силы Π и L на каждом данном угле атаки зависят от величины силы R — полного сопротивления. Следовательно, если при увеличении скорости сила R увеличилась в какое-то число раз, то каждая из составляющих ее сил Π и L также увеличилась в это число раз.

Отсюда следует, что:

а) величина подъемной силы прямо пропорциональна квадрату скорости потока;

б) величина силы лобового сопротивления прямо пропорциональна квадрату скорости потока.

Возьмем в качестве примера плоскую пластинку в 1 м^2 . Если мы ее двигаем в спокойном воздухе со скоростью 10 м/сек (скорость потока) и с углом атаки, равным 20° , то мы должны затратить на преодоление лобового сопротивления, составляющего $1,7 \text{ кг}$, усилие, равное также $1,7 \text{ кг}$.

При этом пластинка способна нести (подъемная сила) $4,7 \text{ кг}$. Если мы увеличим скорость до 30 м/сек , то, чтобы преодолеть лобовое сопротивление, потребуется усилие, равное $15,1 \text{ кг}$. При этом пластинка сможет нести (подъемная сила) $42,3 \text{ кг}$.

Качество на угле атаки в 20° мы получим в обоих случаях $(4,7 : 1,7 \text{ и } 42,3 : 15,1)$, равное $2,7$. Таким образом оказалось, что для того, чтобы нести в воздухе $42,3 \text{ кг}$ со скоростью 30 м/сек при угле атаки плоской пластинки 20° , требуется ее тянуть с силой $15,1 \text{ кг}$, что очень невыгодно.

Если мы угол атаки пластинки уменьшим в поисках более выгодного угла атаки, скажем 10° , то получим совсем другие и бо-

лее выгодные соотношения. При той же скорости (30 м/сек) на угле атаки в 10° получим:

Лобовое сопротивление, а следовательно и тягу 9 кг
Подъемную силу 39,6 »

$$\text{При качестве } \frac{39,6}{9} = 4,4$$

Хотя подъемная сила и стала несколько меньше, зато лобовое сопротивление понизилось настолько значительно, что для того, чтобы нести в воздухе почти такой же груз, потребовалась сила не в 2,7, а в 4,4 раза меньше груза. Вот почему лобовое сопротивление часто называют вредным сопротивлением, на устранение которого направлены главные усилия конструкторов самолетов и планеров.

Претворяя силу полного сопротивления в подъемную силу и лобовое сопротивление, надо всеми силами стремиться к тому, чтобы полное сопротивление в подавляющей степени претворилось в используемую для полета подъемную силу за счет вредной тормозящей силы лобового сопротивления. Один из путей к этому — выбор угла атаки с наибольшим качеством.

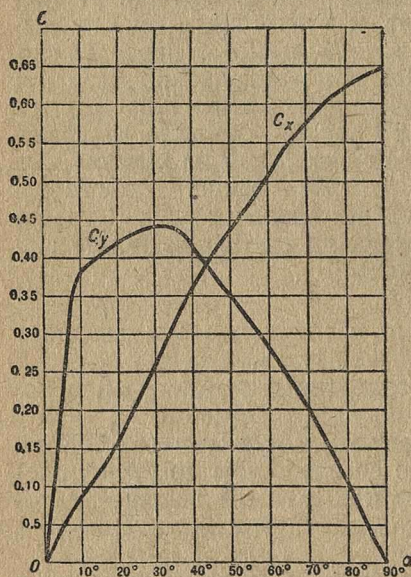


Рис. 45. Диаграмма изменения величин коэффициентов C_x и C_y плоской пластинки в зависимости от изменений угла атаки пластинки

Коэффициент подъемной силы и лобового сопротивления. Для определения сопротивления какого-либо тела можно пользоваться коэффициентом, определяемым опытным путем для каждой формы и для каждого ее положения в потоке. Этот коэффициент в предыдущей главе мы определяли для силы полного сопротивления тела в одном положении. Теперь нам необходимо определить коэффициент для подъемной силы и для силы лобового сопротивления и притом при различных положениях плоской пластинки (на различных углах атаки).

Обозначим силу полного сопротивления через R_a ,
подъемную силу » R_y
силу лобового сопротивления » R_x
коэффициент полного сопротивл. » C_a
» подъемной силы » C_y
» лобового сопротивл. » C_x

Силы R_x и R_y , являющиеся слагающими силами R_a , подчиняются той же зависимости от плотности воздуха, формы и положения тела в потоке, площади и скорости потока, и следовательно:

$$R_a = \rho C_a S V^2$$

$$R_y = \rho C_y S V^2$$

$$R_x = \rho C_x S V^2$$

Поступая для определения коэффициента C_y и C_x так же, как и для определения коэффициента C_a , т. е. путем продувки пластинки в трубе, мы на этот раз должны пользоваться весами, которые могли бы взвешивать сразу две силы R_y и R_x , действующие под углом 90° друг к другу. При этом, так как мы знаем что $R_a = \sqrt{R_y^2 + R_x^2}$ и $C_a = \sqrt{C_y^2 + C_x^2}$, то путем построения параллелограмма сил мы можем определить и C_a и направление силы R_a .

Однако, на этот раз нам нужно определить коэффициенты всех сил, действующих на пластинку в различных ее положениях, т. е. на различных углах ее атаки, скажем на углах 0° , 10° , 20° и т. д. до 90° , вследствие чего нам придется взвешивать силы R_y и R_x отдельно на каждом из этих углов атаки.

Проведем две прямые, перпендикулярные друг к другу. На горизонтальной прямой C_α , (ось абсцисс) отложим отрезки, соответствующие увеличению углов атаки (по 10° каждый) (рис. 45).

На вертикальной прямой OC (ось ординат) отложим отрезки, соответствующие изменениям коэффициентов от 0 до 0,65, т. к. C_α и C_x плоской пластинки при угле атаки 90° достигают наибольшей величины, равной 0,65, т. к. нам нужны коэффициенты, т. е. значения R_α , R_y и R_x плоской пластинки при $R=1$, $S=1 \text{ м}^2$ и $V=1 \text{ м/сек}$, то следовательно показания наших весов при каждой продувке мы должны делить на плотность воздуха у земли, т. е. на $1/8$, на площадь продуваемой пластинки (в м^2) и на скорость потока (в м/сек). Полученное число и будет искомым коэффициентом.

Коэффициент R_x на угле атаки 0° , так же как и равный ему в этом случае коэффициент R_α плоской пластинки, если она достаточно тонка, настолько незначителен, что мы его без большой ошибки считаем равным 0.

Взвесив R_x на угле атаки в 10° и произведя вычисление коэффициента C_x на $\alpha^1 = 10^\circ$, мы получим $C_x = 0,39$. Отмерив эту величину на оси OC (отрезок, равный 0,39), откладываем его на перпендикуляре к OX на отметке 10° , отметив расстояние от O_α точкой. Получив C_x для 20° , поступаем так же и т. д. до последнего угла в 90° . Затем, соединив все точки плавной кривой, мы получаем кривую изменения C_x по α , т. е. наглядное изображение того, как изменяется коэффициент C_x по мере изменения угла атаки.

Так же поступаем и для C_y и C_α .

Зная эти коэффициенты или пользуясь этой диаграммой изменения коэффициента плоской пластинки, мы можем высчитать подъемную силу, лобовое сопротивление и полное сопротивление плоской пластинки любого размера на любом угле атаки и на любой скорости.

Предположим, что нам необходимо высчитать подъемную силу, имея площадь в $1,5 \text{ м}$ при ветре в 5 м/сек и угле атаки в 20° .

Для этого находим точку пересечения кривой C_y с перпендикуляром, проведенным к отметке 20° на ось OX , и из этой точки опускаем перпендикуляр на ось OC , попавший в отметку 0,42, что соответствует искомому коэффициенту.

Далее по формуле $R_y = \rho C_x S V^2$, подставляя соответствующие величины имеем:

$$R_y = 1/8 \cdot 0,42 \cdot 1,5 \cdot 25 = 1,99 \text{ кг.}$$

Однако, такая диаграмма не дает возможности быстро найти направление R и угол атаки, дающий наибольшее качество. Для этого составляется т. н. кривая Лилиенталя, впервые предложившего этот остроумнейший и простой способ графического изображения и изменения коэффициентов (рис. 52).

По оси C_y откладываются значения C_y , а по оси C_x — значения C_α . Величины C_y и C_x отмечаются по мере их получения кружочками на расстояния, соответствующие значениям C_α от оси C_y и C_y от оси C_x . У кружка ставится отметка на величины данного угла.

Для выяснения величины C_x и C_y на данном угле атаки от его кружочка измеряется расстояние соответственно до оси C_y и C_x . Направление и величина прямой, проведенной от точки O (пересечения ординат) до данного кружочка, указывает направление R_α и величину C_α . Касательная к кривой, проходящая через точку O , касается кривой в месте, показывающем угол наибольшего качества.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется силой?
2. Что такое равнодействующая двух сил?
3. На какие силы может быть разложена сила сопротивления пластинки, находящейся в потоке?
4. Если при нахождении пластинки под некоторым углом к потоку сила R (подн. сопротивление) может быть разложена на 2 силы — силу Π и силу L , действуют ли на пластинку все три силы одновременно.

¹ α — греческая буква альфа, принята для обозначения угла атаки.

5. Что такое центр давления?
6. Почему с увеличением угла атаки пластинки центр давления перемещается в середине?
7. Что вызывает появление подъемной силы?
8. Почему не точно выражение $R = L + P$?
9. Что называется углом атаки пластинки?
10. Что называется отрицательным или положительным углом атаки?
11. Что называется отрицательной подъемной силой?
12. Почему при угле атаки равном 0° , P и L имеют у плоской пластинки наименьшее значение?
13. Как изменяется с увеличением угла атаки плоской пластинки от 0° до 90° подъемная сила?
14. Как изменяется при этих условиях лобовое сопротивление?
15. Что называется качеством?
16. Почему важно иметь наибольшее качество?
17. Какова зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от скорости потока?
18. Почему лобовое сопротивление называется вредным сопротивлением?
19. Каким путем определяются коэффициенты?
20. Как построить диаграмму изменения коэффициентов и как ею пользоваться?
21. Как строится кривая Лиллиенталя и для чего она служит?
22. Пользуясь диаграммой, вычислите давление на покатый навес (крыша) площадью до 50 м^2 , наклоненный под углом 20° к ветру, дующему со скоростью 20 м/сек (буря).

Глава 9

ДВИЖЕНИЕ КРЫЛА ПЛАНЕРА В ВОЗДУХЕ

Понятие о профиле крыла. На рис. 39 видно, какие вихри возникают при обтекании потоком плоской пластинки при наклонном ее положении. Струи воздуха, подобно стружке под рубанком, завихряются под пластинкой и над пластинкой, мешая ей продвигаться в неподвижном воздухе или оставаться на месте в подвижном.

Если взамен плоской пластинки поместить в поток пластинку, имеющую в своей передней части некоторое утолщение, а еще лучше если придать этой пластинке в поперечном разрезе форму, изображенную на рис. 46 внизу, то окажется, что вихрей за ней будет меньше. Если измерить у пластинок разных форм подъемную силу и силу лобового сопротивления на разных углах атаки, то оказывается, что по мере приближения пластинок к этой форме сила полного сопротивления уменьшается и подъемная сила увеличивается за счет одновременного уменьшения силы лобового сопротивления.

Поскольку пластинка изменила форму поперечного разреза и из плоской превращена нами в толстую, условимся теперь называть ее крылом.

Как видно, этим изменением мы придали разрезу форму, приближающуюся к форме удобообтекаемого тела. Путем добавления в струю обтекающего крыло воздуха легко видимого порошка, удалось увидеть, какую разницу мы имеем в вихрях, образующихся около плоской пластинки и около крыла обтекаемой формы (рис. 46).

Обтекаемая форма поперечного сечения (разреза) крыла или любой детали самолета называется *профилем крыла* или *детали*.

Обтекание крыла планера воздухом. Как видно из рис. 46, обтекание крыла изображенного профиля происходит почти без завихрений, частицы воздуха более плавно огибают крыло и, значительно меньше завихряясь за ним, принимают свое первоначальное положение, создавая за крылом меньшее засасывание, тормозящее движение крыла вперед.

От этого лобовое сопротивление становится меньше, а следовательно, большая часть силы полного сопротивления преобразуется в подъемную силу.

Число показывающее, во сколько раз подъемная сила превышает силу лобового сопротивления, мы называем качеством; следовательно, качество крыла удобообтекаемого профиля выше качества плоской пластинки.

Вот почему у планера и самолета крылья делаются не плоскими, а толстыми—им придается удобообтекаемый профиль.

На рис. 46 мы взяли произвольный профиль, но для того, чтобы узнать, какой профиль выгоднее поставить на планере или самолете (так как, изменив несколько очертания любого профиля, мы можем получить другие величины его подъемной силы и лобового сопротивления), путем опыта было найдено множество профилей с различными качествами, с различными величинами этих сил и с различными другими свойствами.

В зависимости от того, какие свойства крыла нужны для данного планера или самолета, выбирается и наиболее подходящий профиль крыла.

Применяющиеся профили имеют несколько типичных разновидностей (рис. 47). Профили с совершенно одинаковой кривизной верхней и нижней поверхности (I) называются *симметричными*. Профиль с плоской нижней поверхностью называется *плоским* (II), профиль с выпуклой нижней поверхностью (III) или с вогнутой нижней поверхностью (IV) называется соответственно *выпуклым* или *вогнутым*.

В связи с этим условимся считать углом атаки для этих профилей угол, образуемый линией *AB* и линией направления потока, проходящей через точку *B* профиля (линия *OB*). Линия *AB* называется хордой (глубина крыла).

Иначе говоря, углом атаки крыла называется угол, образуемый хордой крыла и направлением потока. Расстояние между концами крыла принято называть *размахом* крыла.

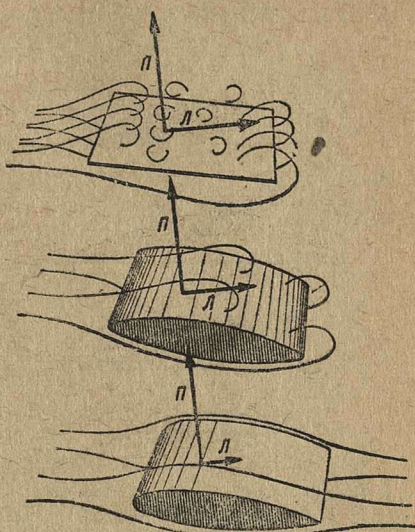


Рис. 46. Обтекание пластин с различными формами поперечного сечения

Понятие об удлинении и значении формы крыла в плане. При опытах над плоской пластинкой и над крыльями было обнаружено еще одно интересное явление. Оказалось, что, сравнивая два крыла с одинаковой площадью и с одинаковым профилем, большее качество мы получаем у того крыла, которое имеет больший размах и меньшую хорду (рис. 48).

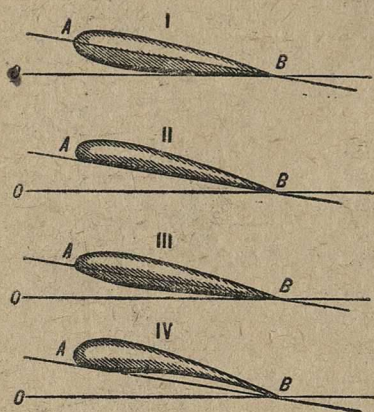


Рис. 47. Основные типы профилей, крыльев и их углы атаки

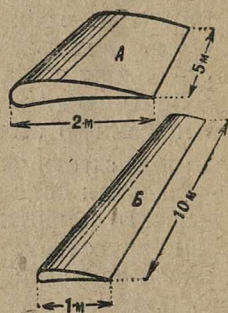


Рис. 48. Два крыла равной площади, но разных удлинений. Качество крыла B выше качества крыла A, так как удлинение крыла B больше

Если площадь обоих крыльев 10 м^2 , но одно имеет хорду 2 м и размах 5 м ($2 \times 5 = 10 \text{ м}^2$), а другое имеет хорду 1 м и размах 10 м ($1 \times 10 = 10 \text{ м}^2$), то качество второго окажется больше, чем у первого, т. е. большая часть силы его полного сопротивления превратится в подъемную силу.

Число, показывающее, во сколько раз размах крыла больше его хорды, называется удлинением. Чем больше удлинение крыла, тем больше его качество.

Оказалось также, что помимо формы крыла в поперечном разрезе (профиля) имеет значение и форма крыла в плане (если смотреть сверху или снизу). Крыло трапециoidalное дает качество большее, чем крыло четырехугольное. Крыло эллиптической формы дает качество большее, чем крыло трапециoidalное¹ (рис. 49).

Иначе говоря, чем ближе форма крыла приближается к эллиптической, тем больше возрастает качество крыла.

Влияние на качество крыла его формы в плане объясняется тем, что частицы воздуха, сдавленные под крылом, стремятся выйти вверх, ища выхода вверх не только через заднюю кромку крыла, но и через его боковые срезы. Точно такое же стремление вниз имеют частицы воздуха, растянутые над крылом.

¹ Трапецией и эллипсом называются в геометрии фигуры, изображенные на рис. 49, первая — в середине, вторая — сверху

Сбегая через срезы к краям крыла, две струи сталкиваются и скручиваются в вихревые жгуты (рис. 50), тянущие крыло назад и составляющие часть его лобового сопротивления. Чем меньше срез, тем эти жгуты тоньше. В крыльях, приближающихся к эллиптическим очертаниям, большинство частиц сбегает через заднюю кромку и лишь незначительное число частиц образуют вихри по

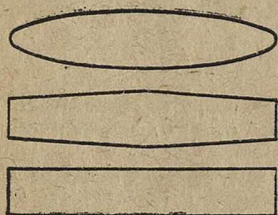


Рис. 49. Различные формы крыла в плане

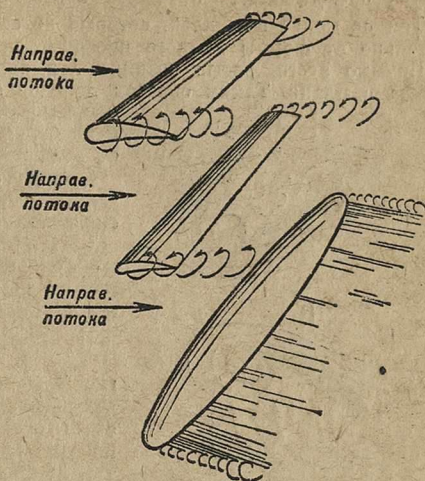


Рис. 50. Вихревые жгуты на концах крыльев и вихревая пелена за эллиптическим крылом

бокам. Таким образом за крылом возникает своего рода сплошная пленка, закручивающаяся с боков вихрями.

Итак, качество крыла планера зависит от следующих условий:

а) профиля крыла (формы крыла в разрезе и трения поверхности крыла);

б) удлинения крыла (отношения размаха к длине);

в) формы крыла в плане (приближения крыла к эллипсу); изменяя угол атаки плоской пластинки, мы получали различные величины силы полного сопротивления пластинки и различные соотношения между величинами ее подъемной силы с силой ее лобового сопротивления; такому же закону подчиняется и профилированное крыло, следовательно качество крыла зависит также и от

г) угла атаки крыла.

Это также вполне понятно, так как по мере увеличения угла атаки крыла плавность обтекания профиля нарушается (см. рис. 51, на котором изображен профиль, находящийся под большим положительным углом атаки (I) и под большим отрицательным углом атаки (II).

Понятие о профильном и индуктивном сопротивлениях. Профили различных очертаний продуваются в аэродинамических трубах так же, как мы описывали в случае с плоской пластинкой. Для каждого профиля составляется поляра Лиллиенталя и ряд данных, необходимых для полной характеристики этого профиля с тем, чтобы конструктор могли бы их применять для расчетов самолетов или планеров.

Целым рядом продувок в аэродинамических трубах лабораторий найдены профили, дающие подчас поразительные результаты. Имеются, например, профили, создающие подъемную силу на отрицательных углах атаки. Величина качества изыскиваемых профилей постепенно повышается.

Тем не менее профилей, которые не создавали бы вихрей, зависящих исключительно от формы данного профиля, найти невозможно.

Помимо этого, вихри возникают в зависимости от удлинения и от формы крыла в плане. Таким образом лобовое сопротивление крыла складывается из сопротивления, создаваемого профилем крыла, и из сопротивления, зависящего исключительно от удлинения и формы крыла в плане.

Сопротивление, зависящее от профиля крыла, называется *профильным сопротивлением*.

Сопротивление, зависящее от удлинения крыла и формы крыла в плане, называется *индуктивным сопротивлением крыла*.

$$R_x = R_p + R_i,$$

где R_p — профильное сопротивление и R_i — индуктивное. Величины R_p и R_i определяются соответственно коэффициентами C_p и C_i . Причина индуктивного сопротивления заключается в сжатии воздуха под крылом и разрежении его над крылом, что в свою очередь вызывает вихревые жгуты на концах крыла и скос потока около крыла, и на некоторое расстояние от него сзади. Поскольку этим скосом потока крыло отбрасывается вверх, нетрудно понять связь, существующую между индуктивным сопротивлением и

Рис. 51. Обтекаемые профили под большими углами атаки

подъемной силой крыла, и поскольку величина жгутов зависит от удлинения, ясна связь индуктивного сопротивления с удлинением.

Установлено, что при постоянной скорости величина силы индуктивного сопротивления прямо пропорциональна квадрату подъемной силы и обратно пропорциональна удлинению крыла.

Поэтому для сравнения результатов продувок различных профилей очень важно знать, какого удлинения была продутая модель. Все лаборатории стремятся продувать модели на стандартном удлинении.

Так как удлинение есть не что иное, как $\frac{l}{b}$, где l — размах, а b — хорда крыла, а у многих крыльев хорда по размаху непостоянна, то, выражая через S площадь крыла, за удлинение таких крыльев принимают $\frac{l^2}{S} = \lambda$. Греческая буква λ (лямда) принята для обозначения удлинения.

Если мы имеем ряд профилей одного удлинения и одной формы в плане, что необходимо для правильности сравнения различных профилей, то изменение индуктивного сопротивления зависит исключительно от величины изменения их C_y .

Поэтому при расчете C_x в зависимости от каждого значения C_y , нанесенного на поляре Лиллиенталя, мы получим для поляр всех крыльев этой формы (в плане) и удлинения одну параболическую кривую, называемую параболой индуктивного сопротивления, берущую свое начало в точке C , так как при $C_y = 0$ и $C_i = 0$. На этой кривой обозначается обычно удлинение, например $\lambda = 5$. Таким образом, чтобы на поляре Лиллиенталя узнать величину C_p и C_i , нужно для определения C_i измерить в делениях оси C_x отрезок по горизонтали заданного угла или C_y между осью C_y и параболой индуктивного сопротивления, а для C_p между параболой и кривой Лиллиенталя (рис. 52).

Для полной ясности необходимо еще остановиться на понятии о центре давления крыла. Если (рис. 53) мы разложим подъемную силу и лобовое сопротивление, каждую на три силы, приложенных к тем же точкам профиля, но расположенным по концам и в середине крыла, центр

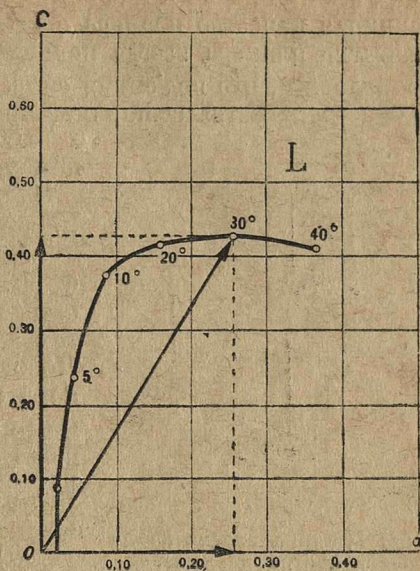
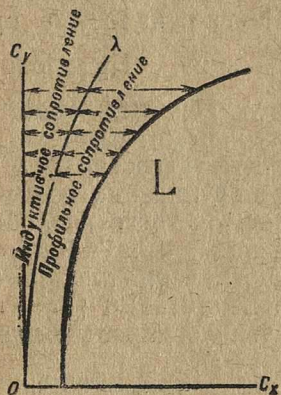


Рис. 52. Поляра Лилиенталя и парабола индуктивного сопротивления R

давления составит линия AB , соединяющая центры давления всех трех профилей.

При этом точка приложения сил в сечении профиля помещается всегда на хорде.

Таким образом, центром давления крыла называется линия, соединяющая концы крыла по его размаху, к которой может быть сведено действие подъемной силы и лобового сопротивления крыла или их равнодействующей (полное сопротивление). Чаще всего эта линия расположена на расстоянии $1/3$ хорды от передней кромки крыла.

Лобовое сопротивление и подъемная сила планера. Планер состоит из нескольких частей. Основные его части — крыло, фюзеляж (корпус) или кабина с фермой, киль с рулем поворота, стабилизатор с рулем высоты. Все эти части имеют каждая свое лобовое сопротивление. Его стараются уменьшить тем, что пытаются обойтись без подкосов и растяжек и каждой из частей дают форму наименьшего сопротивления. Тем не менее в общей сумме эти сопротивления складываются в значительную величину, составляющую общее сопротивление планера.

Кроме крыла, другие части планера не имеют подъемной силы, следовательно общая подъемная сила планера составляется из подъемной силы одного лишь крыла.

Понятие о качестве планера. Отношение подъемной силы планера к силе его лобового сопротивления также называется качеством, но уже не крыла, а планера.

Сравнивая качество планера с качеством его крыла, мы видим, что качество планера всегда меньше качества его крыла.

Предположим, что подъемная сила крыла планера на угле атаки наибольшего качества составляет при скорости в 12 м/сек 200 кг, а лобовое сопротивление крыла при тех же условиях — 8 кг.

Следовательно качество крыла

$$K_{кр.} = \frac{200}{8} = 25.$$

Предположим, что лобовое сопротивление всех остальных частей планера при тех же условиях составляет 7 кг. Лобовое сопротивление всего планера составит тогда из лобового сопротивления крыла — 8 кг и лобового сопротивления планера (всех частей кроме крыла) $8 + 7 = 15$ кг.

Следовательно, качество планера

$$K_{пл.} = \frac{200}{15}; K_{пл.} = 13,3.$$

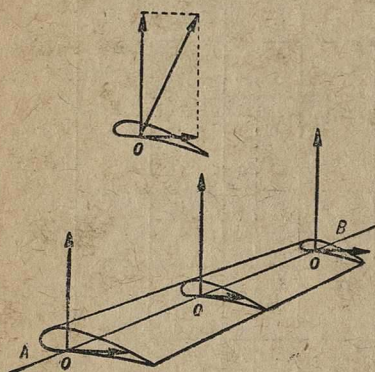


Рис. 53. Центр давления крыла и линия центра давления

Из всего сказанного ясно, что силы, действующие на крыло планера в полете, те же, что действуют в потоке на плоскую пластинку и на крыло.

Для возникновения этих сил необходимо лишь одно условие: скорость планера относительно потока воздуха, т. е. крыло планера должно двигаться в спокойном или встречном воздухе с такой скоростью, при которой величина подъемной силы будет достаточна для поддержания как крыла, так и всего планера.

Если такая подъемная сила возникает на крыле при угле атаки 3° при скорости потока 12 м/сек, это значит, что для того, чтобы лететь по прямой, не теряя высоты, планер должен:

а) в спокойном воздухе лететь со скоростью не менее 12 м/сек (относительно земли и потока);

б) при встречном ветре в 12 м/сек, оставаться неподвижным относительно земли (но относительно потока иметь скорость не меньше 12 м/сек хотя в действительности движется не планер, а поток);

в) при встречном ветре в 8 м/сек двигаться ему навстречу со скоростью не меньше 4 м/сек относительно земли или оставаться неподвижным на большем угле атаки, если при этом возникает большая подъемная сила;

г) при ветре в 16 м/сек продвигаться вперед относительно земли на меньшем угле атаки, так как скорость дает при старом угле атаки подъемную силу, превышающую достаточную для горизонтального полета, и планер, летя на старом угле атаки, начал бы

подниматься или идти на старом угле атаки, но назад со скоростью 4 м/сек относительно земли, обращенный при этом носом к ветру;

д) при попутном ветре в 12 м/сек лететь по ветру со скоростью 24 м/сек относительно земли.

Во всех случаях скорость встречного ветра складывается, а скорость попутного ветра вычитается из скорости планера относительно земли. Результат дает истинную скорость потока относительно крыла планера.

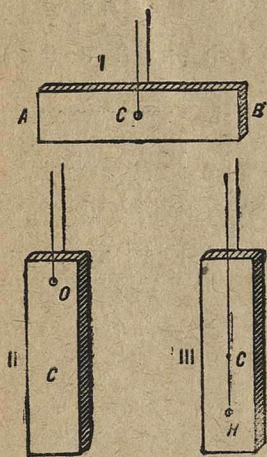


Рис. 54. Три вида равновесия. В положении I брус АВ в состоянии безразличного равновесия, в положении II — в устойчивом равновесии и в положении III — в неустойчивом равновесии

Понятие о центровке планера. Предположим, что брус АВ, подвешенный за точку С, находится в положении, изображенном на рис. 54. Вес каждой частицы этого бруса действует на него в направлении сверху вниз. Действие сил их притяжения к земле мы заменили одной си-

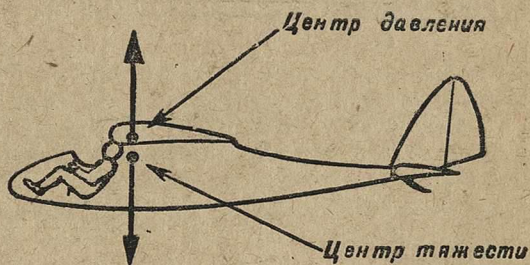


Рис. 55. Расположение центра тяжести и центра давления планера

лой, равной их сумме, — силой, с которой натянута веревка СВ. Точка С называется центром тяжести этого бруса.

Точка приложения равнодействующей всех сил земного притяжения, действующих на тело, называется его центром тяжести.

Теперь тот же брус подвесим не в точке С, а в точке О. Если бы мы вывели брус из этого положения, скажем отклонили бы низ вправо, он вернулся бы в старое положение. Подвесим, наконец, брус в точке Н так, чтобы веревка пересекла центр тяжести О. До тех пор, пока каким-либо образом брус не выведен из этого положения, он будет в нем оставаться. Если же брус хоть немного отклонить, он начнет перемещаться на веревке так, чтобы центр тяжести занял бы положение ниже опоры.

Если отклонить брус из положения, в котором он находился в первом случае, т. е. когда центр тяжести совпадал с опорой, брус останется в любом из данных ему положений.

Итак, существуют три вида равновесия: *устойчивое* — когда центр тяжести находится на вертикальной прямой ниже точки опоры; *неустойчивое* — когда центр тяжести находится на верти-

кальной прямой выше опоры, и *бывающее* — когда центр тяжести совпадает с опорой. Естественно, что стремится планер поставить в положение устойчивого равновесия, т. е. такого, при котором центр тяжести расположен ниже опоры и находится с ней на одной вертикальной прямой.

Опорой планера о воздух является центр давления крыла, следовательно, для устойчивого равновесия планера необходимо, чтобы центр тяжести планера находился ниже центра давления и на одной с ним вертикальной прямой.

Центр тяжести планера обычно находится в непосредственной близости от спины пилота, сидящего в носовой части планера. Это вполне понятно, так как вес пилота составляет крупнейшую весовую часть планера (от половины до одной трети его веса) (рис. 55).

Понятие о моменте сил, влияющих на центровку. Если какое-либо тело имеет одну опору в точке O и находится под действием

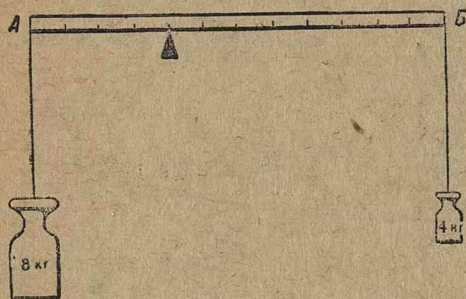


Рис. 56. Грузы, подвешенные к плечам разной длины, создают по обеим сторонам опоры одинаковые моменты, так как веса их относятся между собой так же, как противоположные плечи

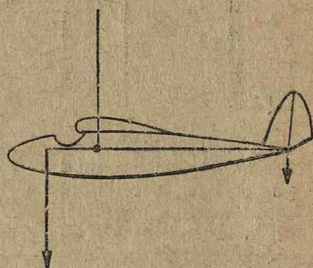


Рис. 57. Условие устойчивости планера — равенство моментов по обеим сторонам центра тяжести

двух сил, приложенных к телу с разных сторон опоры, тело останется в равновесии только в том случае, если силы будут направлены в одну сторону и если моменты сил будут равны.

Предположим, что брус AB имеет опору в точке O (рис. 56).

Расстояние от точки опоры до точки приложения силы называется плечом (рычага). Плечом для силы A будет служить расстояние 2 м и для силы B — 4 м . Несмотря на то, что силы, приложенные справа и слева от опоры, не равны, брус останется в покое, так как момент сил, т. е. произведение плеч на силы по обе стороны, равны. Слева плечо $= 2\text{ м}$.

$$\text{сила} = 8\text{ кг},$$

$$2 \times 8 = 16\text{ кг}, \text{ момент} = 16.$$

$$\text{Справа плечо} = 4\text{ м},$$

$$\text{сила} = 4\text{ кг},$$

$$4 \times 4 = 16\text{ кг}, \text{ момент} = 16.$$

При центровке планера необходимо, чтобы моменты равнодействующих сил (веса различных частей и деталей планера и подъемная сила оперения), расположенных справа и слева относительно центра тяжести планера, были бы равны (рис. 57). При большем моменте сил слева (планер клюет носом) центровка считается передней. При большем моменте сил справа (планер задирает нос) центровка считается задней. Поэтому переднюю центровку планера легко исправить — прибавлением к хвосту небольшого груза — и трудно исправить заднюю центровку, так как приходится или облегчить хвостовую часть или дополнять большой груз в носовую часть.

Аэродинамические требования к эксплуатации планера. Опыт показал огромное значение для качества планера и самолета сохранения точного профиля крыла и его формы во время эксплуатации.

Вогнутости или выпуклости на поверхности крыла, затупление задней кромки и т. д., образующиеся вследствие небрежного хранения или ремонта планера, резко снижают качество крыла и всего планера, так как сильно увеличивают лобовое сопротивление.

Еще хуже, когда крыло деформировано или когда вследствие небрежной регулировки крылья стоят под различными углами атаки или имеются щели на стыках крыльев или консолей.

Растяжки, обычно значительно увеличивающие сопротивление планера даже в правильно натянутом состоянии, при излишней слабине вибрируют (трясутся), и тогда их сопротивление увеличивается во много раз.

Не менее влияют всякие неточности, щели и пр., образующиеся при подгонке к месту обтекателя кабины, а также дыры в материале, покрывающей для обтекания грузовую ферму, заусенцы на фанере, на лыже и на хвостовой балке и т. п.

Особенно важно помнить, что грязь на большой поверхности крыла, делающая ее матовой, и даже плохая глянцевая окраска крыла планера и его частей в сильнейшей степени влияют на качество планера, поэтому правильно поступают те руководители планерных организаций, которые, не считаясь с заводской окраской планера, заново его окрашивают и лакируют.

Для планеров, рассчитанных на высокое качество, сохранение профиля и гладкой поверхности крыла — важнейшая задача в эксплуатации. Крыло должно быть зеркально отполировано и должно храниться в специальных чехлах.

Часто забывают и о центровке планера. Зная обычно о ней в начале эксплуатации, в дальнейшем ее не проверяют. Между тем по мере высыхания или (при хранении в сыром месте) увлажнения отдельных деталей, по мере накопления добавочных материалов при всякого рода мелких ремонтах, центровка нередко нарушается, доходя до опасных пределов.

Каждый планер рассчитан на определенную скорость, при которой он летит равномерно, на угле максимального качества. При этой скорости крыло и все детали испытывают нормальные нагрузки. Полет планера на большой скорости распатывает кон-

струкцию, так как создаст ненормальные нагрузки на крыло и детали.

При этом надо помнить, что взлет планера производится всегда на скоростях, больших чем необходимые при горизонтальном полете, поэтому превышения взлетной скорости (запуск на усиленном натяжении амортизатора) особенно опасны.

Не следует в эксплуатации планера нарушать его аэродинамической схемы, т. е. изменять величину его деталей или частей, добавлять какие-либо части, вредно отражающиеся на его лобовом сопротивлении, а следовательно, и на его качестве.

Так, снятый со своего места обтекатель сидения (кабины) учебного планера резко увеличивает лобовое сопротивление планера и ухудшает его качества. Такой планер скорее потеряет скорость, чего может не учесть пилот, привыкший летать с обтекателем, и это может привести его к опасному положению.

Все это выдвигает целый ряд требований к эксплуатации для сохранения аэродинамических качеств планера.

а) Все части планера иметь всегда в точно и плотно пригнанном друг к другу состоянии. Заделять все дыры, выступающие части подгонять вровень к общей поверхности (заподлицо).

б) Всячески сохранять точность профиля всех частей планера, в том числе кабины, подкосов и т. п. и особенности крыла и оперения.

в) Не допускать никакой вибрации (тряски) деталей и особенно происходящей от люфтов при навеске элеронов и рулей¹. Не допускать излишней слабину в тросах.

г) Всячески стремиться к наиболее гладкой окраске всего планера и всех его деталей. Не допускать ведения пыли в поверхности крыльев и время от времени их перекрашивать. Рекордные планеры на всех поверхностях покрывать лаком, а еще лучше полировать и беречь полировку, держа крылья в специальных чехлах.

д) При всяких ремонтах помнить о центровке планера. Время от времени ее проверять. Не хранить планера в сыром месте.

е) В полете и при запуске не давать планеру излишних нагрузок и не превышать установленных для него скоростей.

ж) Не нарушать аэродинамической схемы планера.

¹ Люфты рулей и элеронов создают опасные вибрации в полете. Тряска их может быстро достичь таких пределов, что крепления могут разрушиться. Это происходит вследствие того, что на малых углах атаки центр давления уходит к задней кромке. При каждом отклонении в ту или иную сторону плоскость попадает под действие потока, отклоняющее ее в обратное положение, и т. д.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое профиль крыла и каково его назначение?
2. В чем отличие профилированного крыла от плоской пластинки:
а) в отношении формы, б) в отношении к обтекающему ее потоку воздуха.
3. Что называется качеством профиля?
4. В чем разница между качеством профилированного крыла и плоской пластинкой?
5. Может ли быть все же случай, когда качество профилированного крыла ниже качества плоской пластинки?
6. Что называется плоским профилем?
7. Какие еще виды профилей вам известны и в чем их особенности?
8. Что называется хордой профиля?
9. Какая разница между хордой профиля и глубиной крыла?
10. Что называется размахом крыла?
11. Что такое угол атаки крыла?
12. Существует ли какое-либо различие между углом атаки вогнутого и симметрического профиля?
13. Что называется удлинением крыла?
14. Какое значение имеет удлинение крыла?
15. Какое различие в обтекании воздухом крыльев одного и того же профиля, но разных удлинений?
16. Какие формы крыла в плане наиболее выгодны и почему?
17. Перечислите все условия, от которых зависит качество крыла.
18. Отчего возникает индуктивное сопротивление крыла?
19. Из каких составляющих сопротивлений состоит лобовое сопротивление крыла?
20. Почему на угле атаки, соответствующем $C_y = 0$, нет индуктивного сопротивления?
21. В какой зависимости находится индуктивное сопротивление от подъемной силы и удлинения крыла?
22. Как узнать величину профильного сопротивления для крыльев всех удлинений данного профиля по поляре Лилиентала?
23. Какое удлинение у параболического крыла площадью в 20 м^2 и с размахом 10 м ?
24. Какое основное условие возникновения сил, действующих на крыло планера в полете?
25. Как исчисляется скорость планера относительно потока, если скорость попутного потока равна 10 м , а скорость планера относительно земли равна 18 м ?
26. В чем заключается основное условие равновесия планера в воздухе?
27. Какие основные требования, предъявляемые аэродинамикой планера к его использованию (эксплоатации)?

Глава 10

ПОЛЕТ И СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ПЛАНЕР В ПОЛЕТЕ

Мы рассматривали до сего времени силы, действующие на крыло в потоке воздуха, рассмотрим теперь силы, действующие на планер в полете. Для лучшего представления о действии этих сил вспомним основные законы физики.

Взлет планера. I. Действие равно противодействию. Всякая сила, приложенная к телу, вызывает со стороны тела появление силы, равной ей по величине и противоположной по направлению.

II. Всякое тело сохраняет состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, пока какая-нибудь сила не заставляет его изменить это состояние (закон инерции).

Планер, стоящий на земле, находится в состоянии инерции под действием одной лишь силы земного притяжения. Величина этой силы определяется весом планера — G . В момент старта на планер действует сила натяжения амортизатора. Она выводит планер из состояния инерции покоя. Преодолевая эту инерцию, сила амортизатора ускоряет движение планера. Это ускорение будет продолжаться до тех пор, пока действует сила, т. е. до спадения амортизатора.

По мере ускорения движения планера ускоряется поток воздуха, который начинает обтекать крыло планера с момента начала его движения¹. Появляются подъемная сила и сила лобового сопротивления, возрастающие по мере возрастания скорости потока воздуха (рис. 58).

Подъемная сила R прямо противоположна силе G , некоторое время меньше ее; следовательно, давление планера на землю по-



Рис 58. Возрастание подъемной силы и лобового сопротивления по мере нарастания скорости планера на взлете

степенно уменьшается. Давление планера на землю в момент, изображенный на рис. 58, равно $G = R_y$.

В момент, как только величина силы R_y станет равна силе G , это давление прекратится.

Но как только сила R_y , продолжающая расти по мере ускорения движения планера, станет больше силы G , приросток силы R_y , т. е. сила, равная $R_y - G$, выведет планер из прямолинейного движения и заставит планер отклониться от пути вперед по направлению, в котором действует эта сила, т. е. вверх, и планер будет подниматься.

Полет планера на тяге амортизатора. Если бы действие амортизатора продолжалось все время полета планера, то для того чтобы планер летел в горизонтальном положении, т. е. сохранял бы свое состояние в прямолинейном движении, необходимо, чтобы все силы, действующие на планер, уравнивались (рис. 59).

Действительно, если амортизатор тянет планер с силой T , он сообщает планеру такую скорость, при которой прямо противоположная силе R сила лобового сопротивления планера равна T . При этом подъемная сила R_y должна быть равна весу G . Если тяга амортизатора T увеличится, — скорость возрастет; немедленно же возрастет и сила R_y и на такую же величину. Возрастет в этом случае и подъемная сила R_y . Она станет больше G , и планер начнет подниматься.

¹ Все рассуждения ведутся в расчете на спокойное состояние воздуха.

Горизонтальный свободный полет планера. Однако вернемся к взлету планера. Если планер будет лететь в том же положении, что и на рис. 59, то в момент спадения амортизатора ускорение движения прекратится. Хотя действие тяги (амортизатора) прекратилось, однако, повинаясь действию непреложного закона инерции, планер будет стремиться сохранять движение вперед.

Но теперь ему придется производить ту работу, которую до этого производил амортизатор. Имея теперь некоторый запас энергии, сообщенной ему амортизатором, планер должен затрачивать эту энергию на преодоление силы лобового сопротивления планера. Представим себе постепенное уменьшение запаса этой энергии в виде вектора J , который заменил тягу амортизатора, но который постепенно уменьшается (рис. 60).

По мере его уменьшения будет уменьшаться скорость, а следовательно и силы R_x и R_y , причем до тех пор пока R_y будет больше силы G , которая одна лишь остается постоянной, планер еще будет, правда все медленнее, подниматься.

Далее R_y (с уменьшением в числе прочих сил, кроме G) станет меньше G , и планер начнет опускаться и, наконец, падать.

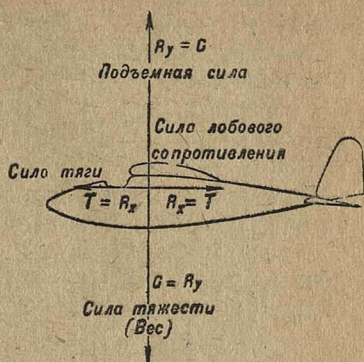


Рис. 59. Условие прямолинейного горизонтального полета планера на тяге амортизатора

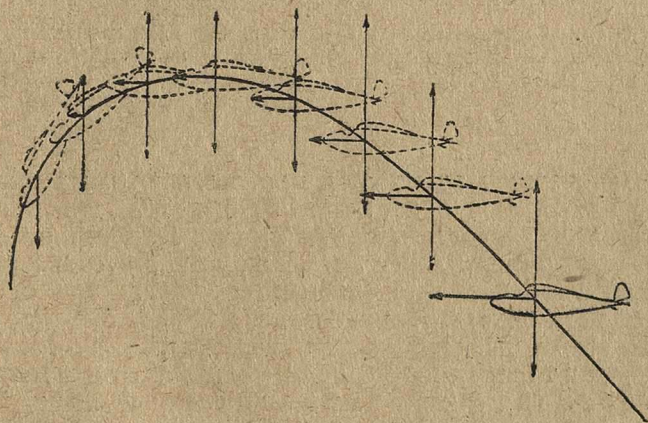


Рис. 60. Падение подъемной силы по мере уменьшения скорости планера

Следовательно, для полета с набором высоты и для горизонтального полета необходима какая-то энергия, которой планер в себе не вырабатывает. Он должен для этого использовать энергию какого-либо другого источника (амортизатор, катапульта, буксир самолета и т. п.).

Планирующий полет планера. При отсутствии какой бы то ни было возможности использовать энергию атмосферы планер, запущенный (амортизатором, самолетом или катапультной) на любую высоту, имеет возможность совершить равномерный прямолинейный планирующий полет, т. е. полет с постепенной и равномерной потерей высоты, без потери скорости и падения.

Рассмотрим условия, при которых планер может совершать такой полет.

Поскольку речь идет о равномерном и прямолинейном полете, действующие на планер силы должны быть взаимно уравновешены.

Но так как тяги у нас не имеется, то мы должны ее заменить за счет какой-то другой силы. Это возможно только за счет силы G — веса планера. Для этого (рис. 61) разложим силу веса планера на две силы — P и Q . Движение планера по направлению силы P возможно только в том случае, если эти три силы — G , P ,

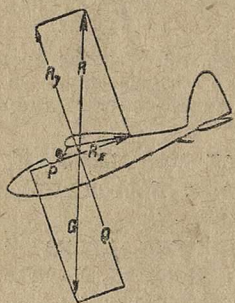


Рис. 61. Силы, действующие на планер в планирующем полете

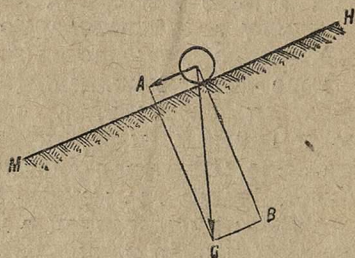


Рис. 62. Шар катится по наклонной плоскости под действием одной из слагающих силы его тяжести (под действием силы A)

и Q — уравновесятся равными и противоположными силами. Это возможно, если планер будет лететь со скоростью, при которой равнодействующая сил сопротивления (полное сопротивление планера R) будет равна весу планера G , сила лобового сопротивления R_x будет равна слагающей веса силе P и подъемная сила R_y — другой слагающей веса силе Q . Иначе говоря, для равномерного и прямолинейного полета планера подъемной силой планера должна служить равнодействующая его сил подъемной и лобового сопротивления. Но это возможно только при направлении полета несколько вниз, иначе слагающей силы веса P не получится.

Чтобы яснее себе представить, что именно происходит с планером при планировании, приведем пример.

Шар A находится на наклонной плоскости. Под действием его силы тяжести G он стремится вниз, но упасть отвесно не может, так как опирается на плоскость. Давит на плоскость шар с силой B , меньшей, чем его вес, так как часть силы его веса A все-таки свободно действует на него в направлении OA .

Сравнивая этот пример с планирующим планером (рис. 62), видим, что то препятствие, которое падению шара оказывала плоскость, планеру оказывает его подъемная сила.

Отсюда можно сделать вывод, что препятствующая отвесному падению планера вниз сила R должна быть у планера с первого же момента начала планирования, и что сила R_y возникает только при наличии скорости. Если мы в неподвижном воздухе подвесим планер на веревке в таком же положении, как и на рис. 63, и обрежем эту веревку, то в первый момент на планер будет действовать одна лишь сила его веса G , и планер устремится вниз, а не вперед, т. е. будет падать.

Значит, равномерное и прямолинейное планирование планера может быть начато только при наличии у планера (уже имеющейся) скорости.

Необходимость наличия у планера скорости уже в первый начальный момент планирования показывает, что планер даже для планирующего полета должен обладать некоторой энергией¹.

Источником энергии планера является его вес и высота, на которую он был запущен.

Если детально рассмотреть весь процесс запуска планера, то окажется, что и вес и высота уже запущенного планера получены работой амортизатора, а до этого была произведена еще работа команды, натягивающей амортизатор.

Перед тем как привести поясняющий пример, напомним, что в механике всякая работа измеряется произведением силы, приложенной к телу, на путь, совершонный телом под действием этой силы.

Принимаем за единицу силы 1 кг , а за единицу пути — 1 м .

Предположим, что команда в 8 человек растягивает амортизатор на длину в 20 м. Это значит, что каждый из натягивающих пройдет в среднем путь в 20 м и при этом приложит к амортизатору некоторую силу, предположим в $12\frac{1}{2} \text{ кг}$. Тогда работа, произведенная каждым, выразится в $12\frac{1}{2} \times 20 = 2500$ килограммометров (килограммометры будем в дальнейшем обозначать в кг/м) работа, произведенная всей командой, выразится в $250 \times 8 = 2000 \text{ кг/м}$.

Эта работа ушла на натяжение амортизатора, который теперь имеет энергию, способную произвести такую же работу в 2000 кг/м .

Предположим, что вес планера равен 200 кг . Как только планер отцепился от штопора, амортизатор сокращается и производит работу, поднимая планер. Так как амортизатор имеет запас энергии, достаточный только для работы в 2000 кг/м , он поднимет планер на высоту, равную $\frac{2000 \text{ кг}}{200 \text{ кг}} = 10 \text{ м}$. Израсходовав энергию, амортизатор возвращается в спокойное состояние.

Теперь планер, поднятый амортизатором, получил энергию, способную произвести работу в 2000 кг/м .

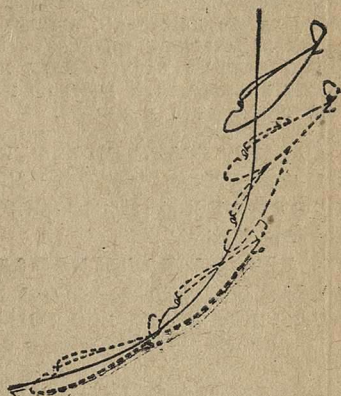


Рис. 63. Освобожденный для свободного падения планер будет падать сначала в том же положении, затем перейдет на нос и, набрав скорость, станет управляемым

¹ Энергией называется способность тела производить работу.

² Различные потери на трение и т. п., чтобы не усложнять примера, не учитываются.

С момента отцепки амортизатора планер будет планировать. Расход его энергии выражается в работе на преодоление лобового сопротивления на протяжении его пути. Если планер уравновешен в положении, при котором лобовое сопротивление — сила R_x будет равна 10 кг, то, прилагая усилие на ее преодоление в 10 кг на всем протяжении пути, он, правильно расходуя свою энергию, пройдет путь, равный $\frac{2000}{10} = 200$ м.

Энергия, израсходованная планером, в свою очередь не пропадет. Она ушла на раздвигание частиц воздуха, на их смещение, на вихри. Изменяя направление своего движения, оттолкнув другие, эти частицы передали ее в крайне малых количествах миллионам окружающих частиц и т. д.

Так, энергия запускающих планеристов превратилась через амортизатор в работу планера, для которого непосредственным источником его энергии является все же вес и высота.

Однако, важно чтобы движение планера к земле происходило бы под углом наиболее малым. Этот угол назовем углом планирования. Изобразив его (рис. 64) $\angle \beta$, мы можем его определить так:

Углом планирования называется угол, образуемый направлением планирующего полета и горизонтальной плоскостью.



Рис. 64. Угол планирования планера

Если этот угол будет велик, то при его приближении к 90° мы будем иметь падение почти по вертикали.

Строго говоря, поскольку планер расходует энергию притяжения земли, его планирующий полет есть то же падение, но производимое замедленно и под малым углом.

Рассмотрим, отчего зависит величина угла планирования и какие условия необходимы для того, чтобы этот угол был наименьшим.

На рис. 65 мы видим, что треугольники OAB и OB_1B равны, как имеющие параллельные стороны; следовательно, стороны AO и BB_1 , как лежащие против равных углов, также равны. Но $AO = R_y$, следовательно:

$$BB_1 = R_y \text{ (подъемной силе планера...)} \quad (1).$$

Из подобия треугольников OB_1B и A_1OB_1 (имеющих равные углы), зная, что стороны их пропорциональны, следует что:

$$\frac{A_1B_1}{OB_1} = \frac{BB_1}{OB}, \text{ но } BB_1 = R_y \text{ (см. форм. 1)} \\ \frac{A_1B_1}{OB_1} = \frac{R_y}{OB}, \text{ но } OB = R_x \text{ (см. рис. 65)}$$

Следовательно:

$$\frac{A_1B_1}{OB_1} = \frac{R_y}{R_x} \text{ отношение } \frac{R_y}{R_x} \text{ есть не что иное, как качество планера}$$

Следовательно:

$$\frac{A_1B_1}{OB_1} = K_1$$

$$\frac{A_1B_1}{OB_1} = \text{ctg } \alpha, \text{ следовательно необходимо, чтобы } \text{ctg } \alpha = K_{\text{пл.}}$$

Отсюда мы можем сделать еще два вывода.

Расстояние, перелетаемое планером над горизонталью в спокойном воздухе, равно высоте его над горизонталью, умноженной на качество. В зависимости от того, на угле какого качества летит планер, находится угол планирования, а следовательно, и расстояние,

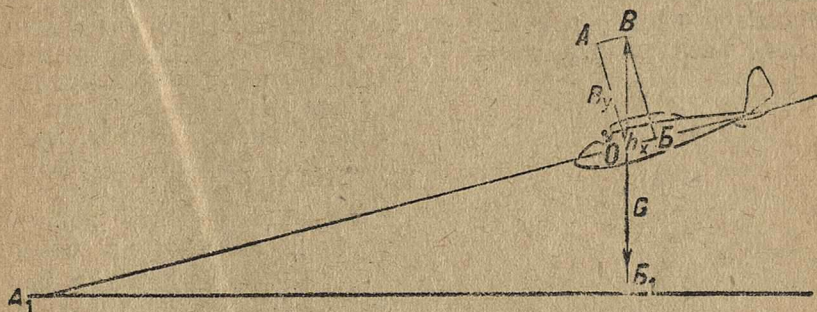


Рис. 65. Зависимость качества планера от соотношений R_y и R_x

перелетаемое планером. Задача пилота, правильно управляющего планером, заключается в том, чтобы лететь с таким углом планирования, который соответствует наибольшему качеству планера.

Угол планирования планера зависит от угла атаки, на котором летит планер. При полете на

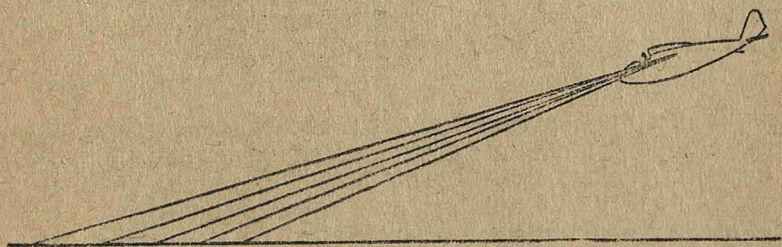


Рис. 66. Углы планирования планера

угле атаки, дающем наибольшее качество, угол планирования будет наименьшим.

Во всех случаях, когда планер планирует не на угле атаки наибольшего качества, линия планирования, или как говорят — глиссада, будет короче и менее пологой (больший угол планирования) (рис. 66).

Если мы построим (рис. 67) параллелограм сил, действующих на планер в полете, при условии, что $\frac{R_y}{R_x}$ (тах.), т. е. при условии, что в этом положении он имеет наибольшее качество, то возможна только одна линия направления полета, соответствующая наиболее вытянутому параллелограму. При всех других соотношениях $\frac{R_y}{R_x}$ параллелограм их сил, построенный на равнодействующей R равной весу, должен быть менее натянутым.

Таким образом может получиться, что несмотря на то, что фюзеляж планера будет направлен вверх, направление движения планера будет вниз — планер будет проваливаться, или — как говорят — парашютировать.

Потеря скорости. Мы знаем, что лететь в спокойном воздухе горизонтально планер самостоятельно не может. Уменьшая угол планирования до приближения полета к горизонтальному, мы приближаем планер к потере его скорости. По мере уменьшения скорости уменьшаются силы R_x и R_y и их равнодействующая, ставшая неспособной противостоять силе веса планера; планер начинает сначала проваливаться (парашютировать) и как только скорость будет настолько мала, что действие рулями вследствие слабого сопротивления воздуха будет бесполезно, планер (благодаря размещению массы в носовой части планера) клюнет носом вниз или перейдет в штопор.

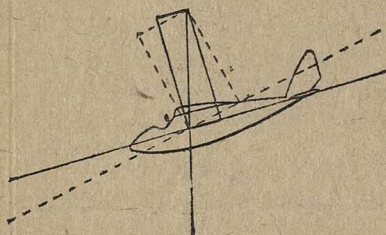


Рис. 67. Параллелограммы сил, действующих на планер при полете на угле атаки наибольшего качества и на прочих углах

Однако, если при падении пилот поставит планер в правильное положение, при котором обтекание будет направлено по оси фюзеляжа и вращение (при штопоре) будет прекращено, планер благодаря действию силы тяжести, ускоряющей его падение, быстро набирает скорость и, восстановив управляемость, сможет снова выйти в положение планирующего полета.

Падение как планирующий полет в восходящем потоке воздуха. Планер, совершающий планирующий прямолинейный равномерный полет в равные промежутки времени, теряет равные части высоты. Так как время принято измерять для этой цели в секундах, а высоту — в метрах, скоростью снижения планера называется число метров высоты, потерянных планером в одну секунду при полете на данном угле атаки планера. Если говорят, что скорость снижения планера 0,75 — это значит, что планер при полете на наивыгоднейшем для наименьшего снижения угле атаки снижается в секунду на 75 см.

Падение как планирующий полет в восходящем потоке воздуха. Планер, совершающий планирующий прямолинейный равномерный полет в равные промежутки времени, теряет равные части высоты. Так как время принято измерять для этой цели в секундах, а высоту — в метрах, скоростью снижения планера называется число метров высоты, потерянных планером в одну секунду при полете на данном угле атаки планера. Если говорят, что скорость снижения планера 0,75 — это значит, что планер при полете на наивыгоднейшем для наименьшего снижения угле атаки снижается в секунду на 75 см.

В тех случаях, когда планер находится в планирующем полете на различных углах атаки, больших или меньших, наивыгоднейшая скорость снижения планера всегда соответствует определенному углу атаки. Поэтому снижение на наивыгоднейшем угле атаки, по сравнению со снижением планеров на других углах атаки, носит название *минимального снижения*.

Предположим, что два планера имеют одинаковые качества и разные скорости (рис. 68), т. е. что планер I проходит в секунду расстояние AB , а планер II — расстояние AB_1 , так как $AB > AB_1$, то и $OB > OB_1$.

Отсюда ясно, что при одинаковом качестве скорость снижения планеров тем больше, чем больше их скорость.

Из приведенного рис. 68 видно, что скорость планера AO может быть разложена на две слагаемые — скорость горизонтальную — AB и скорость верти-

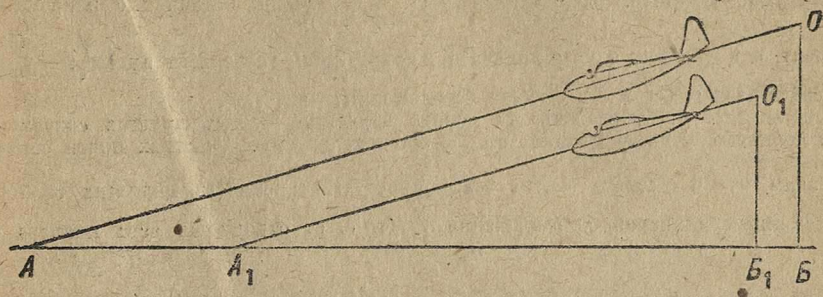


Рис. 68. Планеры равного качества, но различных скоростей имеют и соответственно разные скорости снижения

кальную — OB . Скоростью планера всегда считается скорость AO или A_1O_1 . Скорость OB часто называют вертикальной скоростью планера.

Согласно основной аэродинамической формуле:

$$R = \rho C_a S v^2,$$

где R — полное сопротивление планера, ρ — плотность воздуха, C_a — коэффициент полного сопротивления, S — площадь и v — скорость.

Так как R уравнивает вес планера в полете G , то заменяя R силой G :

$$G = \rho C_a S v^2, \text{ откуда } v = \sqrt{\frac{G}{\rho C_a S}} \dots (1)$$

Так как величина ρC_a по сравнению с $\frac{G}{S}$ очень мала, то решающим условием оказывается $\frac{G}{S}$; $\frac{G}{S} = p$ есть не что иное, как вес планера, деленный на его площадь, т. е. так называемая нагрузка на 1 м² крыла.

Следовательно: скорость планера зависит от нагрузки на 1 м² крыла планеров, понимая под нагрузкой на 1 м² вес планера в килограммах, деленный на его площадь в метрах.

Чем больше вес планера и меньше площадь крыла планера, тем больше его скорость.

Рассмотрим теперь, от чего зависит скорость снижения планера V_b (рис. 69). Построив параллелограм сил, действующих на планер, и параллелограм его скоростей, мы видим:

$$\frac{V_b}{V} = \frac{R_x}{R}, \text{ откуда } V_b = V \frac{R_x}{R}; \text{ заменяя } R_x \text{ и } R \text{ их коэффициентами, а } V \text{ из}$$

только что полученного выражения (1) (см. выше), имеем $V_b = \sqrt{\frac{G}{\rho S'} \cdot \frac{C_a}{C_y}}$,

так как на углах атаки, на которых летают планеры, C_a чрезвычайно близко C_y , то $V_b = \sqrt{\frac{G}{\rho S'}}$. Следовательно, для того, чтобы иметь наименьшее

снижение, необходимо, чтобы планер, имел наименьшее значение $\frac{G}{S'} = p$ на-

грузки на 1 кг и наименьшее значение $\frac{C_x}{C_y^{3/2}}$.

Рядом более сложных выводов и всей практикой планеризма было доказано, что это условие для лучших современных планеров не определяет в достаточной степени их парящих свойств.

Нетрудно заметить, что в выражении $V \sqrt{\frac{p}{\rho} \frac{C_x}{C_y^{3/2}}}$ такой, несомненно влияющий элемент, как размеры крыла аппарата, входит лишь косвенным путем ($p = \frac{G}{S}$), а коэффициенты C_x и C_y вообще безразмерны.

Эти выводы были сделаны на основе изучения данных лучших современных планеров, поляры которых по C_y на используемых участках почти совпадают.

Таким путем удалось найти более простую зависимость парящих свойств современных планеров от выражения $\frac{G}{l^2}$ (т. е. от отношения веса планера к

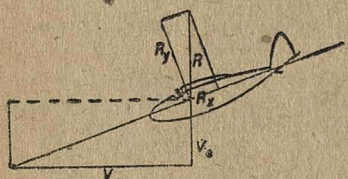


Рис. 69. Параллелограмм скоростей планера

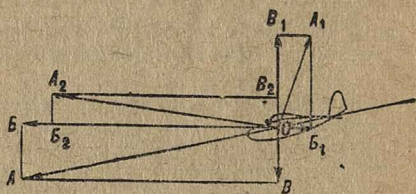


Рис. 70. Сложение скоростей планера со скоростями восходящего потока

квадрату его размаха), к наименьшему значению которого надо стремиться, и которое характеризует не только снижение, но и маневренность планера, зависящую в основном от l (размаха).

Это выражение $\frac{G}{l^2}$ (min) является несколько грубой, но наиболее простой мерой скорости снижения (пропорциональной ей) и легко находимой, так как G и l всегда известны.

Оно в настоящее время принято в практике планеризма и носит название «показателя или коэффициента летучести»

Скорость снижения планера зависит от его веса (G) и квадрата его размаха (l^2). Чем больше вес и меньше размах, тем снижение планера больше. Из двух планеров разного веса и разных размахов скорость снижения будет меньше у того, у которого $\frac{G}{l^2}$ (так называемый коэффициент летучести) меньше.

Планер в системе восходящего потока. Парение планера в восходящих потоках воздуха следует рассматривать, как планирующий полет планера в системе слоя воздуха, движущегося в направлении и со скоростью восходящего потока.

Предположим, что планер (рис. 70) совершает в неподвижном воздухе планирующий полет, имея скорость V и скорость снижения V_y . Его движение будет совершаться по направлению OB и одновременно по направлению OV , слагающих его скорости.

Если при этом возник восходящий поток, действующий на планер в направлении и со скоростью OA , мы точно также можем его разложить на две слагающих его скорости, направленных каждая против слагающих скоростей планера. Складывая скорости, получим новый параллелограмм скоростей $OB_2A_2B_2$ и новую равнодействующую скорости направления планера OA_2 , по которой и будет двигаться планер.

Изменив свое направление и скорость относительно земли, планер сохраняет скорость и направление обтекающего его крыло и детали потока воздуха, которые он имел в спокойном воздухе.

В этом отношении аэродинамическая картина его полета не изменяется.

Чтобы уяснить это, предположим, что модель планера планирует в коробке $ABVG$ (рис. 71). Если при этом мы будем ее поднимать в направлении и со скоростью OK , рассматривая путь модели планера вне зависимости от коробки, мы получим направление и скорость модели относительно земли.

Следовательно, полет планера в восходящем или нисходящем потоке воздуха есть не что иное, как его нормальное планирование в системе, движущейся в направлении и со скоростью восходящего потока.

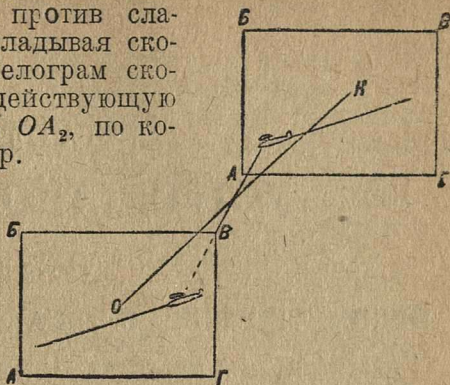


Рис. 71. Путь планирующего полета (штрихом) модели планера в поднимающейся коробке

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие силы действуют на планер на земле?
2. Какие силы и как действуют на планер на взлете и в полете?
3. Какая разница в силах, действующих на планер в планирующем и в горизонтальном полете?
4. Какую работу совершает планер в полете?
5. Откуда черпает планер энергию для планирующего полета?
6. Что больше — подъемная сила или вес планера в установившемся планирующем полете планера?
7. Что называется углом планирования?
8. От чего зависит угол планирования?
9. Какая связь между углом планирования и качеством планера?
10. Как узнать, какое расстояние пролетает планер при известных качестве и высоте, с которой он запущен?
11. От чего при планировании данного планера зависит его скорость?
12. Что называется потерей скорости?
13. Что нужно для того, чтобы вывести планер из положения, когда скорость потеряна?
14. Что называется парящим полетом?
15. Что такое снижение планера?
16. Что называется нагрузкой на 1 м?
17. Как определяется скорость планера и его снижение относительно земли в восходящем или нисходящем потоке, при совпадающих и несовпадающих направлениях планирующего полета и потока?
18. Изменится что-либо в картине обтекания планера в парящем полете по сравнению с планирующим полетом?

ЧАСТЬ III

УСТРОЙСТВО ПЛАНЕРОВ

Глава 11

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТИПАХ И УСТРОЙСТВЕ ПЛАНЕРОВ

Классификация планеров. Планеры бывают различных типов, различных конструкций и различных назначений.

Планеры можно было бы по типу разделять подобно самолетам на монопланы, бипланы, трипланы и т. д., но так как почти все планеры, существующие в настоящее время, — монопланы, а бипланы представляют собой большую редкость¹, то для определения типа планеров, принимая биплан как исключение, следует исходить из различия планеров по таким признакам:

А. По расположению крыла относительно корпуса (фюзеляжа) планеры различаются (рис. 72):

Низкоплан — поверхность крыла находится ниже корпуса или в нижней его части.

Среднеплан — поверхность крыла пересекает корпус по середине.

Высокоплан — крыло пересекает корпус в верхней его части или касается корпуса сверху.

Парасоль — крыло укреплено выше корпуса.

Следующим признаком является основной конструктивный способ связи между собою крыла, кабины и оперения; все перечисленные типы могут делиться на следующие разновидности (рис. 73).

Б. По способу крепления крыла планеры делятся на:

а) Свободнонесущие — крыло которых укреплено к корпусу только одной торцевой частью своего основания и больше никаких связей с ним не имеет.

б) Подкосные — крыло которых, помимо креплений корня крыла, соединено с корпусом жесткими подкосами.

в) Растяжечные — крыло которых, помимо креплений корня крыла, соединено с корпусом проволочными или ленточными растяжками (рис. 73).

¹ Это объясняется тем, что основным требованием для планеров с точки зрения их аэродинамических свойств являлось и является качество. Поверхности, расположенные на некотором расстоянии друг от друга, взаимно влияют на их (индуктивное) сопротивление, которое при этом значительно увеличивается, а следовательно, и понижается качество во всей системе.

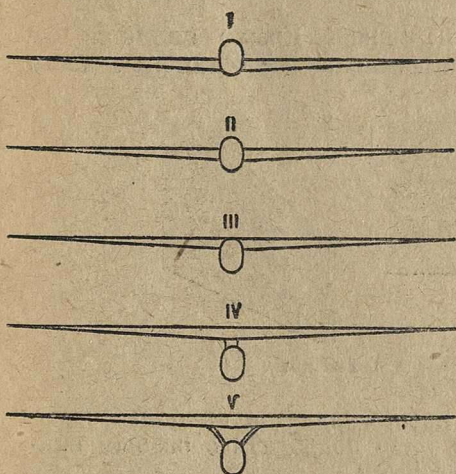
Естественно, что наиболее выгодными для достижения наибольшего качества планера являются свободнонесущие конструкции, так как подкосы (а в еще большей степени и растяжки) увеличивают лобовое сопротивление планера.

В. По устройству корпуса, служащего для помещения кабины, и укрепления крыльев и оперения планеры делятся на:

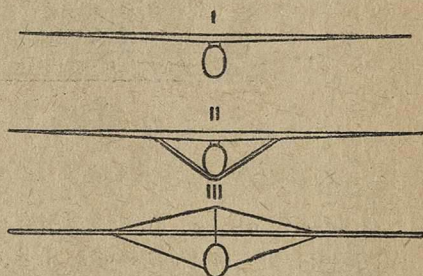
а) **фюзеляжные** — у которых крыло и кабина соединены с оперением сплошным удобообтекаемым корпусом, который и носит название фюзеляжа;

б) **фермовые** — у которых крыло и кабина соединены с оперением фермой.

Между двумя последними типами существует промежуточный тип, когда ферма или



Р и с. 72. Различные типы планеров, отличающихся способом размещения крыла относительно фюзеляжа: I — низкоплан; II — среднеплан, III — высокоплан, IV и V — парасоли



Р и с. 73. Различные типы планеров по способу конструктивной связи крыла с фюзеляжем: I — свободнонесущий, II — подкосный и III — растяжечный планеры

фюзеляж выводится к балке, соединяющей кабину и крыло с оперением. К такому типу принадлежат планеры УС-3, УС-4 и ПС-1 и ПС-2.

Г. По назначению планеры разделяются на:

а) **Рекордные**, — предназначенные для совершения полетов, требующих наибольшей приспособленности планера к парению на дальность, высоту и т. п.

б) **Тренировочные** — предназначенные для тренировок пилотов-парителей.

в) **Учебные** — предназначенные для обучения.

г) **Пассажирские** — предназначенные для возки пассажиров.

д) **Специальные** — предназначенные для разного рода специальных заданий.

Д. По полетным условиям, к которым допускаются планеры, они делятся на:

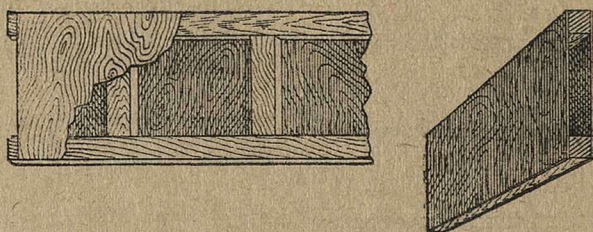
а) **Планирующие** — которым разрешены только планирующие полеты при ветрах определенной для каждого планера скорости.

б) **Парящие** — которым разрешено сверх того парение при ветре также определенной для каждого планера скорости.

в) **Буксировочные** — которым, помимо парения, разрешено буксироваться за самолетом или автомобилем (также в зависимости от скорости).

г) **Пилотажные** — которым разрешено совершение любых полетов и пилотажа (совершение мертвых петель, штопора, переворота и т. п.).

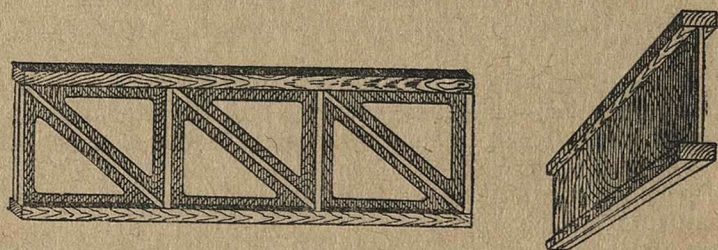
Основные элементы конструкции планера. Крыло является основной частью планера. На нем подвешены все остальные части



Р и с. 74. Коробчатый лонжерон

планера и пилот. Следовательно, крыло является наиболее ответственной частью планера и к ней надо подходить с особым вниманием и с особо строгими требованиями.

Основой крыла, на которой держится все крыло и которой передаются действия основных сил, действующих на крыло в воздухе, является **лонжерон** (рис. 74). Их чаще всего бывает два и реже один — это брус, проходящий по всей длине крыла, которым крыло крепится к фюзеляжу (или к ферме) и на котором



Р и с. 75. Двухтавровый лонжерон, составленный из фанерной стенки, вклеенной между четырех брусьев, в которой для облегчения сделаны треугольные вырезы. На фанерных участках наклеены реечные стойки и раскосы

крепятся все остальные части крыла. Обычно лонжерон делается в виде длинной коробки, состоящей из двух брусьев дерева (так называемых **полюк лонжерона**), соединенных между собой раскосами, стоечками, или бобышками. По бокам (одному или обоим) лонжерон оклеивается фанерой — так называется **стенка лонжерона**. Такой лонжерон носит название **коробчатого**. Применяются

и другие формы сечения лонжеронов (рис. 75). Лонжероны делаются из высокосортного дерева ровных и тонких слоев, без сучков, синевы и каких-либо других дефектов. Фанера также применяется только высокосортная.

На лонжерон накладываются нервюры.

Нервюра (рис. 76) — поперечное ребро скелета крыла — имеет одновременно назначение придать крылу форму выбранного для него профиля. Она состоит из реек, выгнутых по форме профиля (так называемые полки нервюры) и соединенных между со-

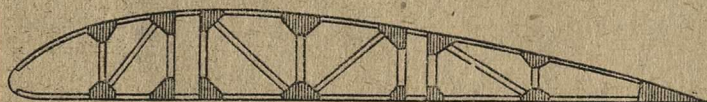


Рис. 76. Нервюра планера. Раскосы, слойки и полки нервюры соединены фанерными накладками, так называемыми кницами

бой раскосами или фанерной стенкой, через которые продевается лонжерон. Если нервюра с двух сторон оклеивается фанерой, то носит название коробчатой.

Нервюра у корня крыла обычно усиливается (она называется торцевой). Усиленные нервюры ставятся иногда и в других местах крыла, особенно в том его сечении, которое примыкает к просвету для элерона.

Нервюры накладываются на крыло обычно на расстоянии 30—40 см друг от друга и крепятся к лонжерону чаще всего шурупами.

Носки наложенных нервюр соединяются между собой длинной, по всей длине крыла, рейкой, так называемым стрингером, и оклеиваются в носовой части фанерой.

Оклейка носков фанерой производится обычно до первого лонжерона, а реже — и дальше.

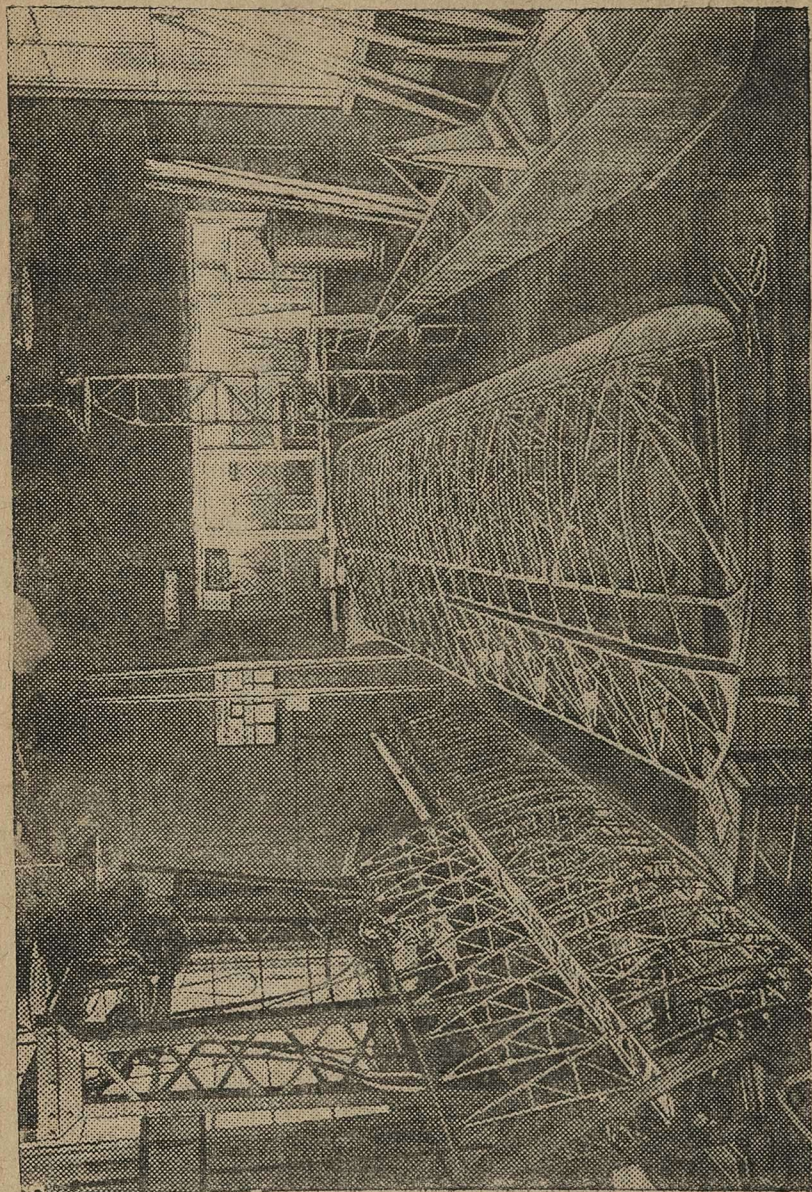
Для придания крылу жесткости пространство между двумя нервюрами и лонжеронами скрепляется чаще всего по диагоналям реечными жесткими раскосами или проволочными растяжками (рис. 77).

Скелет обтягивается полотняным чехлом, который пришивается к нервюрам. После этого чехол покрывается специальным аэролаком, так называемым эмалитом, представляющим собой раствор вещества вроде целлулоида в ацетонитиловых соединениях. Эмалит натягивает материю, делает ее эластичной и непромокаемой, но легко воспламеняющейся, что всегда надо иметь в виду.

Поверхности оперения строятся подобным же образом.

Фюзеляж планера (рис. 78) состоит из деревянных шпангоутов — своего рода нервюр фюзеляжа, имеющих назначение, помимо связи, придать фюзеляжу необходимую форму. Они скрепляются между собой рейками-стрингерами во всю длину фюзеляжа. Основные шпангоуты у сидения пилота делаются усиленными, так как к ним обычно крепятся крылья.

В высокопланах и парасолях основные шпангоуты выходят за пределы фюзеляжа. Если при этом над фюзеляжем образуется



Р и с. 77. Скелет планса. Справа виден фюзеляж с непокрытой еще хребтовой гранью. В ней видны шангоуты и верхний соединяющий их стрингер. В крыле видны косые нервюры, смонтированные под углом к нормальным. Они служат раскосами, препятствующими скручиванию крыла и тем обеспечивающими его жесткость.

участок (средний) крыла, обтягиваемый в последующем по форме крыла, этот участок фюзеляжа носит название *центрального планера* — продолжение шпангоута является в этом случае лонжероном центрального планера. Если же продолжение шпангоута составляет лишь подставку для крыла, крепящегося сверху, обтягиваемый в дальнейшем лишь для того, чтобы придать ему обтекаемую форму — этот участок носит название *центрального кабана* или *тилона* (рис. 79).

Стрингера, скрепляющие шпангоуты, сходятся в носовой и хвостовой части фюзеляжа, где скрепляются спереди на деревянном куполе или на конусе — сзади. Фюзеляж обтягивается тонкой фанерой или материей, которые покрываются эмалитом, так же как

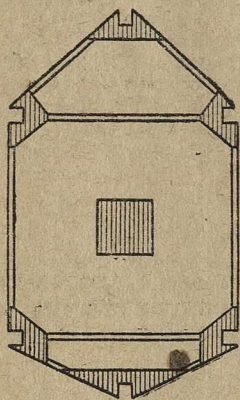


Рис. 78. Шпангоут шестигранного фюзеляжа

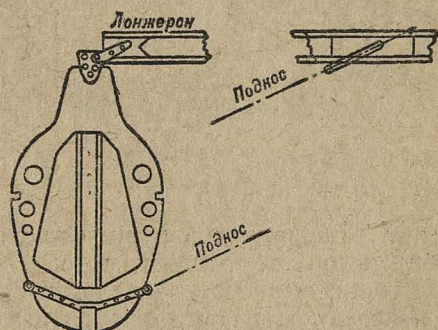


Рис. 79. Центральный шпангоут круглого фюзеляжа и схема крепления к нему крыла у подкосного планера Г-9

и обтяжка крыла (для фанеры эмалит служит не стягивающим средством, а только предохраняет ее от проникновения влаги).

Если крыло соединено с фюзеляжем подкосами, то обычно одним концом они крепятся к лонжерону крыла, а другим — к усиленному шпангоуту фюзеляжа.

Рули и элероны отличаются от конструкции крыла только формой. У элеронов лонжерон обычно проходит по переднему и заднему ребру.

На лонжероны рулей крепятся «кабанчики», служащие рычагами, соединяющими рули и элероны с тросами или тягами управления (для вращения рулей вокруг шарниров их креплений к килю или стабилизатору).

В тех случаях, когда соединение этих кабанчиков с ручкой или педалями производится тросами, проходящими через ролики или заменяющие их качалки, управление называется *мягким* (рис. 80). Если же кабанчики связаны с ручкой посредством жестких тяг (трубы или деревянные штанги) — управление называется *жестким*. В этих случаях ролики заменяются качалками обязательно.

Жестким управление может быть не полностью на всем протяжении связи между ручкой и кабанчиком, а например только от

ручки до крыла или от начала крыла до передачи на кабанчик и т. д.

К основному шпангоуту крепится снизу лыжная коробка с лыжей. Лыжа в этой коробке крепится на шарнире и опирается на какое-либо амортизирующее приспособление (резиновые круги, автомобильная камера и т. п.).

К усиленному хвостовому шпангоуту крепится костьль. Киль и стабилизатор жестко связываются с концевой частью фюзеляжа.

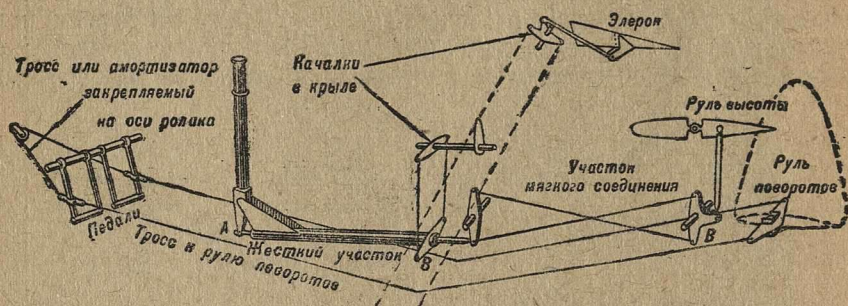


Рис. 80. Схема проводки управления планера Г-9

На них навешиваются рули. Сплошь и рядом у планеров киль и стабилизатор отсутствуют, и тогда рули крепятся обычно на металлических трубах, проходящих сквозь концевую часть фюзеляжа и через корбочатые лонжероны рулей.

В тех случаях когда поверхность руля или элерона располагается по обе стороны оси вращения (с передней стороны — значительно меньшей своей частью), рули и элероны носят название компенсированных (рис. 81). Не трудно понять, что при управлении такими рулями действие их на ручку будет ощущаться более слабо, чем у нормальных, а в тех случаях, когда ось их вращения совпадает с центром давления, любое отклонение руля при любой скорости не потребует от ручки никаких усилий, кроме трения в системе передачи. Так как давление на ручку служит важным ориентиром для пилота в полете и так как чрезмерная компенсация рулей и элеронов может вызвать их вибрацию (дрожание) в полете, существуют определенные пределы, до которых допускается компенсация подвижных частей планера и самолета.

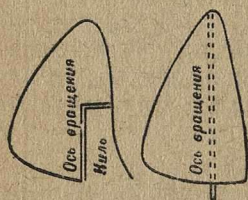


Рис. 81. Компенсация рулей управления

Здесь были изложены лишь типичные элементы конструкции современных планеров тренировочного и рекордного типов.

В зависимости от заданий, существует большое число всякого рода оригинальных конструкций, отличающихся иногда существенным образом от типовых, например бесхвостые планеры (рис. 25), лишенные хвостового оперения и имеющие взамен его на заднем ребре крыла поверхности, служащие одновременно и рулями высоты и элеронами.

Элементы конструкции подкосных и растяжных планеров, а также основные черты отдельных деталей планеров имеются в помещенном ниже описании стандартных учебных планеров УО-4 и ПС-2.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой тип планера сейчас преобладает и почему?
2. Объясните различия между низкопланом, высокопланом, среднепланом и парасолем?
3. В чем разница между свободнонесущим, подкосным и растяжным планерами?
4. В чем выгода свободнонесущего планера по сравнению с другими?
5. Что такое фюзеляж и что такое ферма?
6. Как разделяются планеры по их назначению?
7. Как разграничиваются планеры в отношении допустимых для них условий полета?
8. Допускается ли буксировочный планер к парению?
9. Можно ли буксироваться на учебном планере?
10. Какое назначение имеет лонжерон?
11. Каких конструкций бывают лонжероны?
12. Каково назначение нервюры?
13. Что называется торцевой нервюрой?
14. Почему к лонжерону предъявляются особенно высокие требования и какие?
15. Для чего служат в крыле раскосы?
16. Для чего крыло покрывается эмалитом?
17. Почему покрытие крыла и частей самолета эмалитом делает их огнеопасными?
18. Что такое стрингера и для чего они применяются?
19. Что такое шпангоут?
20. Что такое центроплан?
21. Для чего служит пилон?
22. Какие вы знаете оригинальные конструкции планеров?

Глава 12

ПЛАНЕРЫ УС-3, УС-4 и ПС-1, ПС-2

Основным типом планеров, на которых у нас проводится обучение полетам, является планер УС-3 (учебный, серия 3). Его разновидностью, улучшенной по данным опыта эксплуатации и отличающимся конструкцией лишь нескольких деталей, является планер УС-4 (учебный, серия 4).

Планеры УС-3 и УС-4 (имеющие в основном общую схему) применяются для обучения по программам I и II ступени. Парение на них воспрещено.

Для обучения парящим полетам используется планер ПС-1 и его последующая серия (также не отличающаяся по общему виду) — планер ПС-2.

Все эти планеры — целиком советской конструкции и производства (сист. инж. О. К. Антонова). Их современная конструкция является результатом длительного опыта. Они выпускаются в настоящее время планерным заводом в Москве массовыми сериями.

Общее описание планера УС-4. Планер УС-4 представляет собой (рис. 82) подкосный моноплан с высоко расположенным крылом, плоской центральной фермой и хвостовым оперением, укрепленным на одной лишь свободнонесущей хвостовой балке, шарнирно присоединенной к нижней части центральной фермы. Балка от поворачивания и кручения удерживается вместе с оперением че-

тырьмя проволочными расчалками, идущими от задних лонжеронов крыльев к верхней и нижней частям киля.

Ввиду того что обычной ошибкой учета является потеря скорости, часто сопровождаемая последующим скольжением на крыло, результатом чего бывает удар в лыжу и бок, передние под-

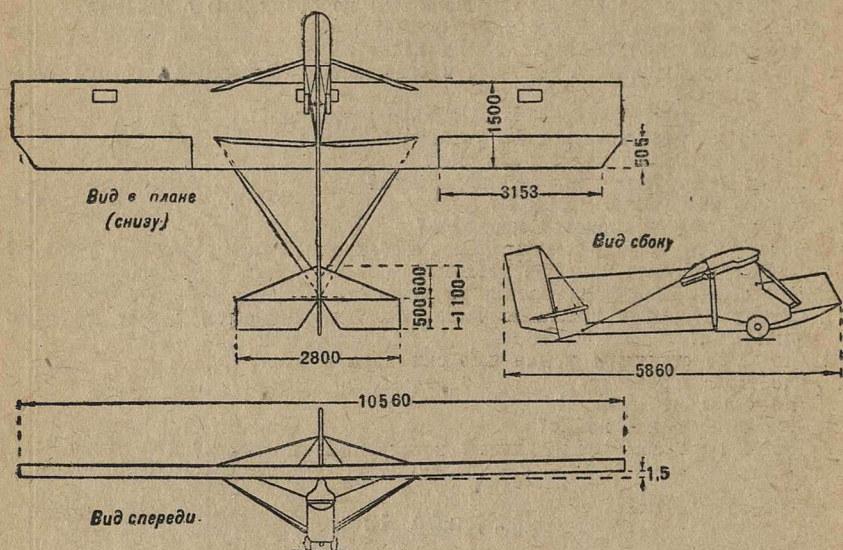


Рис. 82. Общий вид планеров УС-3 и УС-1

косы имеют значительный вынос вперед, что разгружает при такой посадке место соединения лыжи с основной частью центральной фермы.

Все четыре подкоса одинаковы и взаимозаменяемы. К ушкам на ферме и на лонжеронах крыльев подкосы присоединяются с помощью болтов.

Особенностью планера является возможность складывания хвоста благодаря шарнирному креплению к ферме хвостовой балки с оперением. При складывании балки идущие вдоль нее тросовые тяги управления складываются вместе с ней, сохраняя свою регулировку. Вся операция занимает при двух планеристах меньше минуты времени. Складной хвост облегчает эксплуатацию машины, упрощая заводку ее в ангар и перевозку, и уменьшает необходимое место для ее хранения, если, как это обычно бывает на планерных станциях, планер оставляется в собранном виде.

Основную часть конструкции планера составляет центральная плоская ферма четырехугольной формы с диагональным раскосом из сосновых брусьев сечением 30×40 мм и 25×40 мм с обшивкой из переклейки и лыжей, несущей на своем переднем конце сиденье летчика, управление, педаль и крюк (рис. 83). Угол установки крыла к верхней полке лыжи 2° . На посадке угол атаки крыла достигает $12,5^\circ$.

Для взлета, посадки и перевозки планер может быть снабжен шасси, состоящим из двух колес, насаженных на общую ось, продетую в прорез лыжи и привязанную к нижней полке лыжи 15-м амортизатором (рис. 84). Такая система зарекомендовала себя на

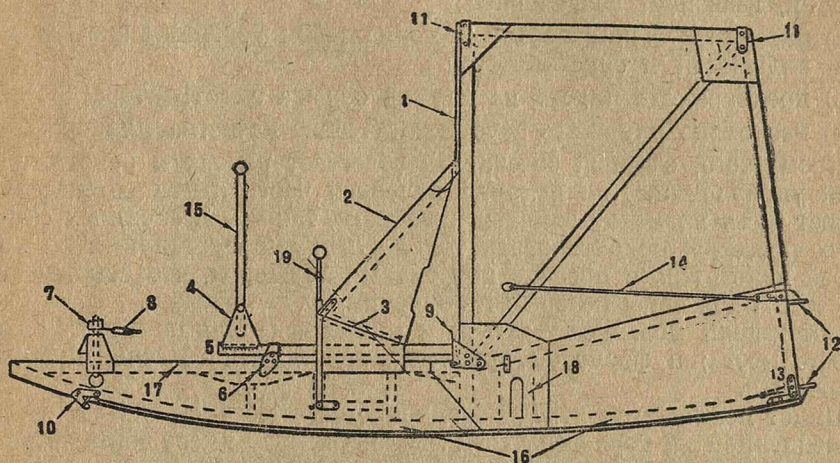


Рис. 83. Центральная ферма планера УС-3 и УС-4 (без обтекателя) с лыжей. Кружочками обозначены: 1 — спинка сидения, 2 — боковинка сидения, 3 — сидение, 4 — щека с шарнирным болтом ручки управления (щека внизу приварена к трубе), 5 — труба, служащая продольной осью ручки управления, 6 — крепление муфты, в которой вращается труба, 7 — педаль с осевым болтом, 8 — ролик троса к рулю высоты, 9 — коромысло тросов к элеронам, 10 — крюк (запускной), 11 — ушки крепления крыла, 12 — ушки для крепления балки (хвостовой), 14 — проволоочная стяжка для привязи поясного ремня, 15 — ручка управления, 16 — нижняя полка лыжи, 17 — верхняя полка лыжи, 18 — деревянная бобышка с вырезом, служащим для хода оси колес на амортизаторе, 19 — ручка спускового механизма

планере ИТ-4. Следует, однако, учитывать, что на неровной почве (пахота, кочки, грунтовые дороги, расположенные поперек посадочной площадки, камни и т. д.) посадка на лыжу проходит, при более или менее умелом пилоте, значительно спокойнее; наличие же колес, наоборот, может привести в этом случае к поломкам фермы, так как создает сильные сотрясения.

Однако, при первоначальном обучении, наличие колесного шасси необходимо, так как без него крайне затруднительны пробежки; планер на колесах имеет большую свободу маневрирования, а большой ход амортизации предохраняет его от серьезных поломок при грубых посадках учлетов.

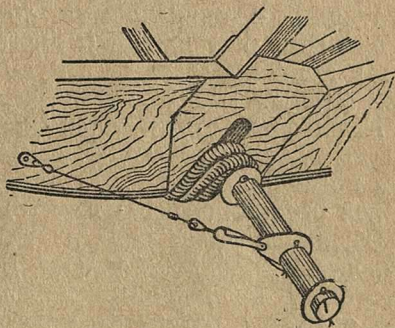


Рис. 84. Устройство шасси (колеса сняты) и его амортизации

Чтобы ось шасси не имела вращения в горизонтальной плоскости, она расчалена двумя стальными 2-мм проволоками вперед к одной из бобышек лыжи, на которой крепятся узлы подкосов.

На ферму ставится с'емный обтекатель из 1,5 и 2,0-мм переклейки, имеющий назначением:

а) приучить ученика сразу к нормальным условиям в отношении видимости и ориентировки;

б) предохранять пилота на случай обрыва амортизатора;

в) несколько улучшить аэродинамические качества планера.

Кроме того, с'емный обтекатель облегчает ремонт и осмотр частей управления. При поломке передней части лыжи обтекатель может быть временно заменен запасным, так что в спешных случаях придется ремонтировать только лыжу, представляющую по своей конструкции простой коробчатый лонжерон, что сокращает простой машины и перерыв в обучении.

Обтекатель может надеваться и сниматься одним пилотом со своего места; к ферме он пристегивается двумя обыкновенными крючками.

Пилот помещается перед передней стойкой фермы, на сиденье, укрепленном на корневой части лыжи. Сиденье имеет борта, образующие начало заднего обтекателя, состоящего только из матерчатой обтяжки. Крепление передних подкосов впереди сиденья гарантирует целостность пилотского места и частей управления даже при серьезных авариях.

Ручка управления, расположенная перед сиденьем, приводит, как обычно, в движение рули высоты и элероны: первые — посредством тросово-проволочной передачи, вторые — с помощью тросов и жестких регулирующих тяг (рис. 85).

На возвышении вблизи переднего конца лыжи, укреплена на оси яценевая педаль, приводящая в движение руль направления. Для предохранения ног пилота от соскакивания с плеч педали на плечах укреплены кожаные петли, на которые опираются каблуки сапога. Ни в коем случае не следует продевать в петлю носка, так как это может привести к повреждению ноги при аварии, да, кроме того, это и неудобно.

Крылья планера постоянного профиля двухлонжеронной конструкции, с одинаковыми лонжеронами, соединенными прямоугольными распорками и диагональным креплением из фанерных лент, крепятся шарнирно к верхним частям стоек центральной фермы.

Крылья имеют с нижней стороны стальные ушки для привязывания планера на старте. Сверху, на заднем лонжероне, близ места крепления подкоса — ушки (рис. 86) для присоединения проволочек расчалки хвоста валиком с булавкой.

Сборка крыльев одна из наиболее сложных операций по производству учебных планеров. В кружке она обычно усложнена отсутствием специальных приспособлений; в заводских условиях эта операция обходится дорого, так как сборка крыла обычной конструкции с большим трудом поддается механизации и требует затраты большого количества ручной работы.

Установка металлических деталей и сборок на собранное крыло тоже не легка, так как нервюры затрудняют подход к лонжеронам, мешая сверлению дыр, заворачиванию гаек и т. д.

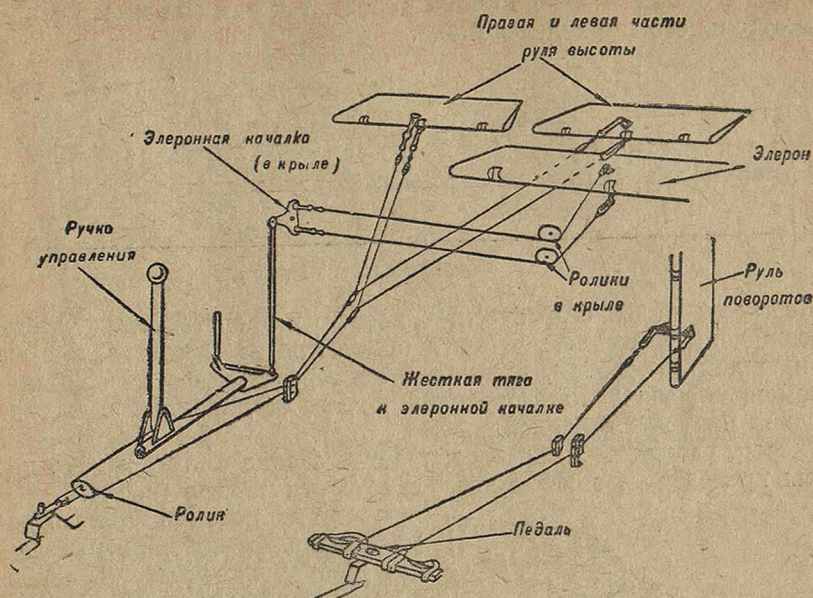


Рис. 85. Схемы проводок от ручного управления к элеронам и к рулю высоты и от педалей к рулю направления

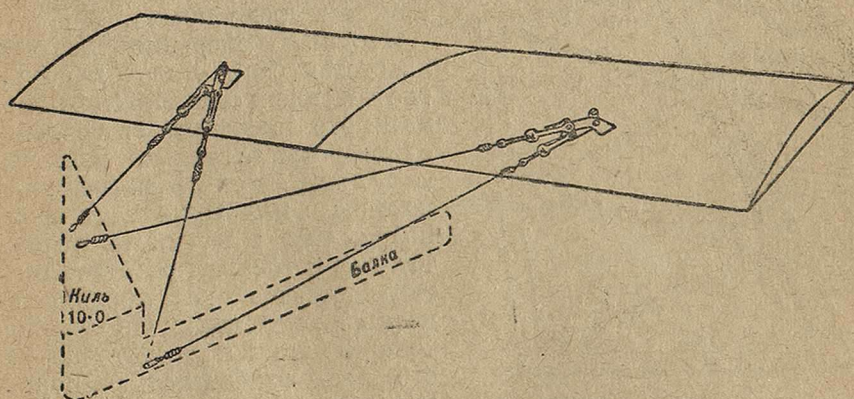


Рис. 86. Соединение крыла с килем и килевой частью хвостовой балки посредством проволочных стяжек

С целью смятчить эти недостатки, конструкция крыла планера УС-4 отличается от обычной, главным образом, приспособлением ее к более удобному методу сборки: нервюры во всем пролете между лонжеронами не имеют ни стоек, ни раскосов, благодаря чему их положение не зависит от расположения элементов конструкции «коробки лонжеронов».

Это дает возможность собрать упомянутую «коробку лонжеронов» в одно целое, а затем уже нанизать на нее нервюры, расположив их либо точно по чертежу, либо как-нибудь иначе, например чаще. Сборка коробки очень проста, так как она имеет форму прямоугольного параллелепипеда.

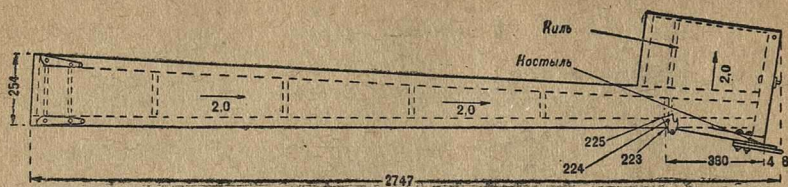


Рис. 87. Скелет хвостовой балки

Жесткость полок безраскосных нервюр в пролете между лонжеронами достигается тем, что они опираются на диагональную фанерную ленту коробки, нижняя — непосредственно, а верхняя — с помощью добавочной «средней» полки, соединенной с ней накладкой из 1-мм переклейки.

Элерон, размахом 3,153 м, собирается заодно с крылом; его нервюры представляют собою хвостовые части нервюр крыла.

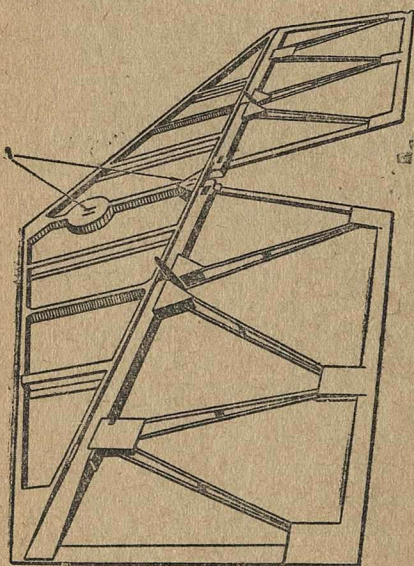


Рис. 88. Скелет горизонтального оперения

После постановки заднего ребра и пришивания нервюр к полкам лонжеронов крыла и элерона, элерон отрезается. Элерон приводится в движение за кабанчик тросами, перекинутыми через ролики, привешенные на переднем лонжероне крыла.

Несущая оперение планера хвостовая балка имеет коробчатое сечение и отличается от нормального лонжерона свободносущего крыла только тем, что наружные слои переклейки положены в ней волокнами вдоль полок, как и на лыже фермы, так как последняя работает преимущественно на продольный изгиб, поперечные же усилия воспринимаются достаточно часто расположенными распорками (рис. 87).

Оперение, состоящее из стабилизатора, размахом 2,8 м, с под-

вешенными к нему двумя половинами руля высоты (рис. 88) и киля с рулем направления, крепится к задней развитой части балки двумя 8-мм болтами, стягивающими накладки, укрепленные пистонами на треугольной части киля. Эти накладки, проходя сквозь стабилизатор, охватывают по бокам его средний брус, и задние из них служат опорами для его заднего лонжерона, не да-

вая ему двигаться вперед, куда его тянут тросы управления (рис. 89).

Все рули и элероны планера подвешены на шарнирах, состоящих из ушковых болтов, вращающихся на специальных крючках, снабженных упорными, приваренными шайбами. Такая система дает возможность быстро снимать и заменять рули, для чего нужно отстегнуть на каждом руле три булавки.

Общее описание планера ПС-2. Планер ПС-2 типа учебного парителя (сокращенно «Упар») отличается от планера УС-4 только крыльями, обтекателем пилотской кабины и рулем направления. Таким образом один планер может быть получен из другого путем замены этих частей. Такая взаимозаменяемость частей упрощает эксплуатацию планерного парка и уменьшает необходимое количество запасных частей.

Колесное шасси для парителя излишне, тем более что оно имеет значительный вес и сопротивление.

По сравнению с УС-4, «Упар» имеет более высокие летные качества, позволяя парить на местных станциях при ветрах средней силы. На VIII слете планеристов 1932 г. «Упар» достиг высоты над стартом 2 230 м (мировой рекорд).

В отличие от крыльев УС-4, крылья ПС-2 имеют коробку лонжеронов в форме трапеции, но вполне аналогичной конструкции.

Все металлические детали крыла одинаковы с таковыми у УС-4. Нервюры надеваются на коробку с узкого конца трапеции. Для улучшения обтекаемости крыла между ними вставляются по верхней поверхности коробки промежуточные «мостики».

Для привески элерона имеется небольшой вспомогательный лонжерон постоянной высоты.

Элерон размахом 4,428 м состоит из одного лонжерона и косых нервюр, воспринимающих крутящий момент.

В отличие от обтекателя УС-4, обтекатель «Упара» имеет округлую форму для уменьшения лобового сопротивления планера. Он состоит из шпангоутов, склеенных на шаблонах 1-мм переклейки сечением 10 × 10 мм и сосновых стрингеров 6 × 6 мм. Обтекатель

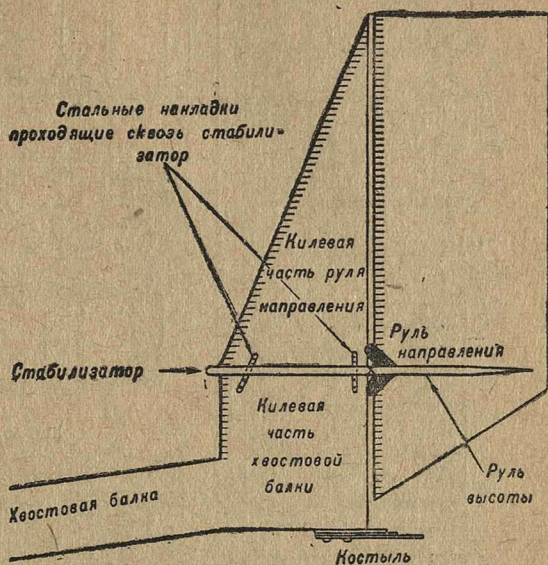


Рис. 89. Вертикальное оперение и способ крепления его с килевой частью хвостовой балки и со стабилизатором

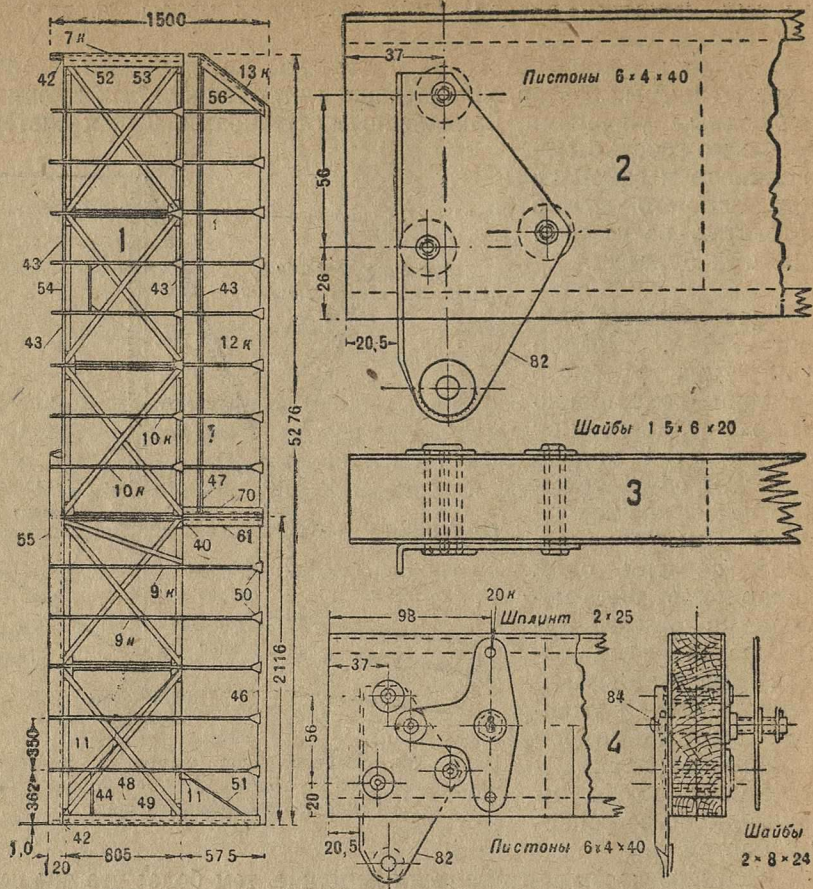


Рис. 90. 1. Сборный чертеж крыла. 2. Деталь основания заднего лонжерона: металлическая пластинка с ушком для крепления крыла к ферме. 3. Основание заднего лонжерона, вид сверху. 4. Деталь крепления к ферме переднего лонжерона, спереди трехконечная качалка, средний конец которой соединяется с жесткой тягой (соединенной с ручкой управления), а верхний и нижний концы с тросами элеронов (в крыле)

имеет прочный пол с вырезом, как и УС-4, и закрепляется также крючками.

Обтяжка обтекателя — мадеполамовая.

Основные технические сведения о планерах УС-3 и ПС-1. Планер УС-4 производства Планерного завода является переработкой планера УС-3 (Стандарт сер. 3) на основе опыта эксплуатации его в Крыму, в Центральной школе летчиков-планеристов и во всем Союзе. По сравнению с третьей серией, у него повышена прочность лонжеронов и части узлов, согласно требованиям, предъявляемыми к планерам-парителям, что расширило рамки применения данного типа, позволяя производить на УС-4 подпаривание и даже

Данные планеров	Планер УС-3	Планер ПС-1
Вес пустого с обтекателем	88,35 кг	103 кг
Полетный вес	158,35 кг	183 кг
Нагрузка	10,15 кг/м ²	10,7 кг/м ²
Профиль крыла	специальный	специальн.
Площадь киля	0,52 м ²	0,52 м ²
» руля направления	0,92 м ²	1,23 м ²
» всего вертикального оперения	1,44 м ²	1,75 м ²
Плечо вертикального оперения	3,35 м	3,35 м
Статический момент	4,82 м	5,86 м
Площадь стабилизатора	0,87 м ²	0,87 м ²
» рулей высоты	1,32 м ²	1,82 м ²
» гориз. оперения	2,19 м ²	2,19 м ²
Плечо горизонтального оперения	3,30 м	3,30 м
Статический момент горизонтального оперения	7,24 м	7,24 м
Площадь элеронов	3,32 м	2,83 м ²
Плечо площади элерона	3,66 м	4,35 м
Статический момент элерона	12,20 м	13,36 м
Удлинение элерона	5,97	13,4

Коэффициент мощности рулей

Момент энергии площади крыла 142,3 м⁴ 204 м⁴

$$C_a = \frac{Q \times P}{L_k} = 0,430 \quad 0,330$$

$$C_b = \frac{0,3Q_b}{Q_a} \sqrt{\lambda_a} = 0,583 \quad 1,020$$

$$C_z = \frac{Q_z \times L_1}{S^2_k} = 0,313 \quad 0,343$$

Расчетные коэффициенты статических перегрузок	Планер УС-3	Планер ПС-1
Случай А	7,00	8,0
Случай В	6,60	6,0
Случай Е	12,0	10,0

Практические аэродинамические данные	Планер УС-3	Планер ПС-1
Максимальное качество	11,0	14,5
Минимальная скорость снижения	1,14 м/сек.	0,85 м/сек
Посадочная скорость	10,0 »	9,7 »
Крейсерская	12,6 »	12 »
Предельная скорость ветра	9,00 »	10 »
Коэффициент летучести	$\frac{g}{l^2} = 1,42 \text{ кг/м}^2$	0,98 кг/м ²
Сводка вредных сопротивлений	0,25 м ²	0,23 м ²

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные части планера УС-3.
 2. Зачем и как оперение растягивается растяжками?
 3. Для чего передние подкосы вынесены вперед?
 4. Как крепятся подкосы?
 5. Как складывается хвостовая балка и зачем это нужно?
 6. Из чего состоит центральная ферма и каково ее назначение?
 7. Как устроено колесное шасси и каково его назначение?
 8. Для чего служит обтекатель, как его надеть или снять?
 9. Расскажите, идя последовательно от ручки до кабанчика, как связана ручка:
 - а) с рулем высоты,
 - б) с элеронами.
 10. Расскажите в том же порядке, как связаны педали с рулями высоты?
 11. Какое основное требование должно быть соблюдено к роликам и тротам?
 12. Опишите конструкцию крыла планера УС-3.
 13. Что составляет установочный угол крыла планера УС-3 и какова величина этого угла?
 14. Опишите конструкцию хвостовой балки планера УС-3 и УС-4.
 15. Расскажите, как крепится к балке хвостовое оперение?
 16. Расскажите, что такое контровка, какие бывают ее способы и для чего она необходима?
 17. Что может произойти, если расконтрятся шарниры рулей или элеронов?
 18. В чем отличие планера ПС-1 от планера УС-3?
 19. Где в конструкции планера УС-3 имеются тендеры и для чего они служат?
 20. Что может произойти, если тендерные муфты выкручены на большое число ниток тендерных болтов и если тендеры не законтрены?
 21. Почему особенно важно следить за тросами управления и за какими их участками в особенности?
-

ЧАСТЬ IV

ОРГАНИЗАЦИЯ СТАРТА И ПРАВИЛА ПОЛЕТА НА ПЛАНЕРЕ

Глава 13

ПЛАНЕРОДРОМ

Планеродром. Планеродромом называется земельный участок, приспособленный для полетов на планерах и оборудованный для их эксплуатации.

В зависимости от того, какую организацию обслуживают планеродромы, к ним предъявляются различные требования.

Планеродромы, обслуживающие планерные школы, подготовляющие инструкторов, должны быть приспособлены к производству на них всех видов полетов (по прямой с ровного места, планирующих, парящих и буксировочных). Планеродромы, обслуживающие планерные станции, должны быть также приспособлены к полетам по прямой, к планирующим и парящим полетам, а по возможности и к буксировочным полетам. Они должны находиться в непосредственной близости от города, завода, МТС или того центра, который они обслуживают, и должны быть связаны с ним удобной транспортной связью, так как станции (в отличие от школ) обучают полетам любителей планеризма, неотрванных от производства. Планерные кружки обычно занимаются на ровных площадках, находящихся в непосредственной близости от производства.

Для всех планеродромов в равной степени крайне важно их расположение относительно наиболее благоприятных ветров, отсутствие болотистости, туманов и прочих неблагоприятных метеорологических условий.

Оборудование планеродромов. К оборудованию планеродромов относятся служебные и подсобные постройки, мастерские, ангары, спортивные площадки и т. п. Все эти строения должны быть размещены так, чтобы не затруднять ни в малейшей мере летной работы на планеродроме. Ангараы располагаются так, чтобы, не нарушая этого основного условия, обеспечить быструю доставку планеров на старт и обратно.

Для обеспечения постоянной ориентировки в направлении ветра планеродром обязательно должен быть оборудован мачтой высотой

10—15 м с флюгером и конусом, указывающим направление и примерную скорость ветра (рис. 92). Мачта должна быть расположена так, чтобы не мешать полетам, но должна быть хорошо видимой, по возможности, со всех сторон планеродрома.

Понятие о старте и зонах. Вся площадь планеродрома делится на: а) служебную — используемую под здания, службы, ангары, спорт-площадки и т. п., но не непосредственно для летной работы;

б) рабочую — используемую непосредственно для летной работы или для полетов над ней.

Рабочая площадь, непосредственно обслуживающая взлет, полет и посадку планера, разделяется на старт, посадочную зону и зону обеспечения.

Стартом называется ограниченный участок земли, необходимый для обеспечения правильного и безопасного взлета планера.

Посадочной зоной называется участок земли, обеспечивающий правильную и безопасную посадку планера.

Зоной обеспечения называется площадь земли за пределами старта и посадочной зоны, служащая для обеспечения старта и посадочной зоны на случай непредвиденной посадки планера вне их пределов и для предупреждения неожиданного появления на этих участках случайных лиц, препятствий и т. п.

Разбивка старта. Старты могут быть предназначены для полетов на ровном месте по прямой, для планирующих полетов и для парящих полетов. Таким образом старты бывают: а) ровные, б) планирующие, в) парящие.

Старт разбивается всегда так, чтобы планер на взлете находился строго против ветра.

Планер при ровном или планирующем старте устанавливается на стартовую линию, проходящую всегда под передней кромкой крыла параллельно размаху планера и удаляющуюся на 25 м вправо и влево от планера. Стартовая линия определяет ширину старта и его начало. От концов стартовой линии, в направлении строго против ветра, отсчитывается 100 м и таким образом разбивается четырехугольник со сторонами 100×50 м. Углы четырехугольника обозначаются красными флажками, определяющими границы старта. Передние два флажка-ограничителя являются одновременно ориентирами для натягивающих амортизаторы (рис. 93).

Флажки-ограничители представляют собой древко сечения не более 7×7 мм с красным полотнищем 90×50 см. Длина древка — 1 м. Толстые древки категорически воспрещаются, так как при

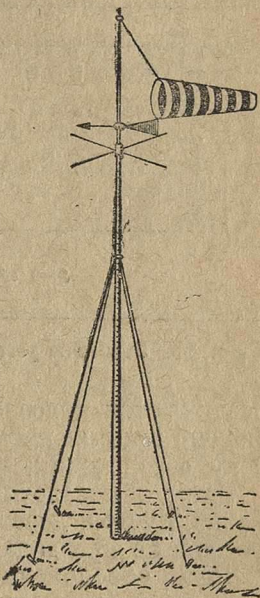


Рис. 92. Мачта с конусом и флюгером для указания направления ветра. Лучи под флюгером ориентируются на север, юг и т. д.

случайном ударе о них планера могут не сломаться, а повредить планер и вызвать аварию.

Старт должен иметь гладкую поверхность, допускающую (в случае обрыва амортизатора или преждевременного действия самопуска) безопасную посадку планера на самом старте.

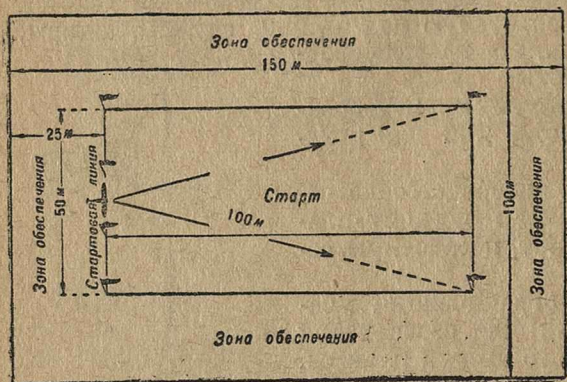


Рис. 93. Разбивка ровного и планирующего старта

Вокруг старта устанавливается 25-м зона обеспечения. Это делается для того, чтобы не допустить на старт неожиданно появившегося препятствия (человек, лошадь) и дать возможность пилоту в этом случае во-время принять необходимые меры.

Ровные старты для прохождения обучения I ступени

соединяются непосредственно с посадочной зоной длиной в 50 м. Общая протяженность рабочей площади, считая в том числе и зону обеспечения, составляет 200 м (рис. 94).

Старт и посадочная зона должны быть гладкими, без рытвин, канав, кустов, деревьев и т. п., максимальный допустимый уклон должен не превышать 1:200.

Зона обеспечения должна быть по возможности такой же и уже во всяком случае не допускаются столбы, деревья, колья, канавы и т. п.

При одновременных ровных стартах нескольких планеров

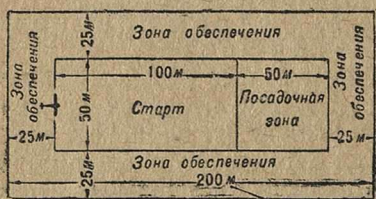


Рис. 94. Разбивка ровного старта и посадочной зоны для полетов на ровной местности

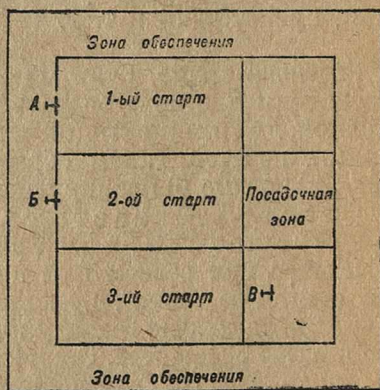


Рис. 95. Разбивка нескольких рядом расположенных стартов и посадочных зон для полетов на ровной местности

эти старты соединяются в один и зоны обеспечения между ними не устанавливаются. Планеры расставляются на расстоянии 50 м друг от друга на общей стартовой линии (рис. 95).

Однако, ни один планер не имеет права стартовать, если соседний с ним планер находится в полете или посадочной зоне.

Так, на рис. 95 имеет право стартовать только планер А. Планер В стартовать не может, так как на посадочной зоне планер В. Но если планер В уберут в зону обеспечения, планер В может стартовать, если только к тому времени не вылетит планер А.

Планирующий старт разбивается так же, однако, посадочная зона обычно находится в отдалении от старта, не примыкая к нему непосредственно.

Планирующий старт может быть разбит на склоне, не превышающем при ученических полетах уклона с отношением 1:6.

Этот старт, в случае если он разбит на гребне склона, может иметь перегиб, т. е. поверхность старта, непосредственно примыкающая к стартовой линии, может быть горизонтальной, тогда как остальная часть старта расположена на склоне. Такой перегиб старта допускается лишь при одном условии, чтобы в момент взлета планера амортизатор не касался на каком бы то ни было отрезке земли.

При полетах мастеров и парителей класса Б, в случае старта с неподготовленного планеродрома, территория старта может быть уменьшена до 30×60 м. В этом случае, какова бы ни была поверхность кругом старта, зоной обеспечения считается та же полоса в 25 м.

Посадочная зона в планирующих и парящих стартах. В связи с разнообразными положениями склонов, их крутизной и различными качествами планера, стандартных размеров посадочной зоны для планирующих и парящих стартов не устанавливается. При их выборе и разбивке следует исходить из следующих правил.

1. В планирующих стартах посадочная зона должна находиться непосредственно на прямой линии, продолженной по взлету планера, и допускать посадку со всех точек разворотов, производимых во время планирования.

2. Во всех случаях при подходе к ним данного планера со стороны или вдоль склона на высоте 20 м они должны допускать безопасную и удобную посадку.

3. Вся поверхность их должна быть ровной, без рытвин, канав, кустов и т. п. Уклоны допускаются не более — 1:200.

4. Вокруг них должна быть установлена зона обеспечения шириной в 25 м.

5. В посадочной зоне обязательно выкладывается посадочное Т, составляемое из двух полотнищ шириной не менее 1 м, длиной не меньше 4 м каждое. Одно из них выкладывается в направлении ветра, другое — перпендикулярно к первому к концу, обращенному по ветру.

При всяком планирующем и при публичных полетах расстояние на 50 м вправо и влево от линии полета (по заданию) считается зоной обеспечения.

При одновременных полетах нескольких планеров на планирующих стартах соблюдаются следующие правила:

1. Планеры устанавливаются не ближе 25 м друг от друга и старты их могут перекрываться (рис. 96).

2. Планирующие полеты каждого из соседних планеров могут быть произведены только после освобождения посадочной зоны от любого препятствия (человек, лошадь и т. п.) и от севшего другого планера (выводом его хотя бы в зону обеспечения) или если посадочная зона настолько велика, что на прямой вылетающего планера оказывается свободная посадочная зона, обеспечивающая безопасную и незатрудненную посадку вылетающего планера.

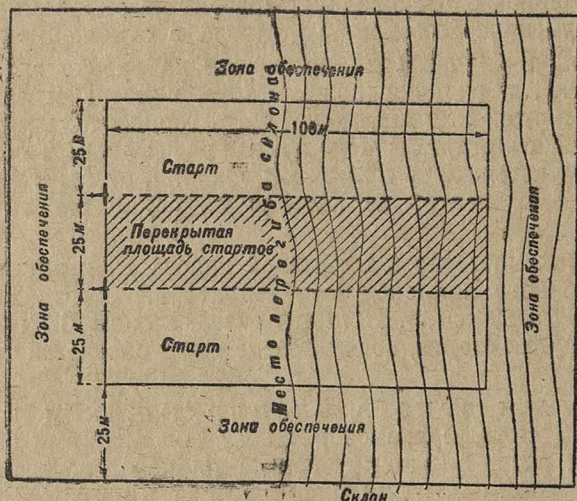


Рис. 96. Разбивка нескольких перекрывающихся планирующих стартов

3. Если какой-либо из соседних планеров вылетает на развороты, остальные не стартуют до его посадки. В противном случае старты их переносятся на расстояние, обеспечивающее при одновременном пребывании в воздухе вылетевшего и вылетающего планера постоянное расстояние между ними минимум в 50 м.

Разбивка парящего старта. Она производится с учетом того, что парящий планер обычно свободен в выборе высоты и направления полета в значительно большей степени, чем при ровных или планирующих стартах. Почти всегда поблизости разбивается и посадочная зона, которая, в зависимости от условий склона, может располагаться справа или слева от старта.

Крутизна склона не ограничивается, так как значительно большее значение имеет его обтекаемость. При расположении старта на гребне склона следует учитывать обычно создающийся у перегиба склона (в расстоянии, зависящем от силы ветра и крутизны склона) нисходящий вихрь. Старт и посадочные зоны обычно разбиваются так, как указано на рис. 97.

При планирующих полетах должны соблюдаться следующие правила:

1. При выходе планера на длительное парение (если склоны допускают парение нескольких планеров) с этого же старта может стартовать второй планер при условии, что первый или удаляется или находится в расстоянии не менее 500 м или, наконец, на высоте не менее 50 м над стартом.

2. При парении двух или нескольких планеров одновременно над одним склоном не допускаются одновременные развороты двух планеров в одном и том же месте склона, если разница в высоте не составляет более 100 м над стартом.

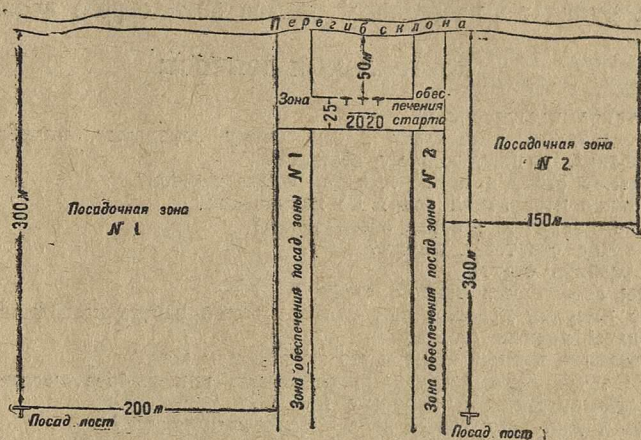


Рис. 97. Разбивка парящего старта с посадочной зоной на вершине склона

3. При встрече двух планеров на одной высоте (если разницы высот не более 50 м) оба уклоняются влево.

Во время каких бы то ни было полетов строго воспрещается: на старте — присутствие кого-либо кроме запускающей команды или группы, инструктора и лица, ответственного за старт;

в зоне обеспечения — присутствие кого-либо, кроме группы лиц, обслуживающих старт, должностных лиц и конной тяги;

в посадочной зоне — присутствие кого бы то ни было.

Оборудование старта. На каждом старте лицо, ответственное за старт или за несколько стартов, обязано иметь анемометр для промера ветра и часы. Промеры по обычному наиболее распространенному анемометру Фусса делаются следующим образом.

Анемометр поднимается выше головы и держится одной рукой так, чтобы одним пальцем легко можно было бы сдвинуть стопорное колечко и тем дать ход стрелке. Стрелка становится предварительно на ноль. Держа в другой руке часы, промеряющий следит за секундной стрелкой и, как только она сольется с одним из десятикратных делений, сдвигает другой рукой стопорное колечко анемометра. В этот момент анемометр должен стоять строго вертикально. Отсчитав 10 или 20 секунд, как только стрелка сли-

лась с соответствующим делением, промеряющий сдвигает колечко анемометра обратно. Число, полученное от деления показаний анемометра на время в секундах, дает скорость ветра в метрах в секунду.

Инструктор или стартер имеет флаг для установления точного направления ветра. Для этого надо стать спиной к ветру и флаг держать выше головы.

Планирующие и парящие старты для подвозки планеров должны быть оборудованы конной тягой и тележками. Подноска планеров на руках на расстоянии свыше 50 м строго воспрещается.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое планеродром?
2. Чем отличаются требования к школьному аэродрому, планеродрому от требований к планеродрому станции?
3. Что такое старт и какие имеются виды стартов?
4. Что такое посадочная зона? Ее назначение?
5. Каково назначение зоны обеспечения?
6. Что такое стартовая линия?
7. Как разбить старт?
8. В чем особенность ровного старта?
9. Какие имеются правила при одновременной работе нескольких планеров на одном ровном старте?
10. Как разбить ровный старт и его посадочную зону?
11. Какие требования необходимо соблюдать при выборе посадочной зоны для планирующих и парящих полетов?
12. Когда и для чего нужна зона обеспечения полета?
13. Кто имеет право быть на старте при запуске планера?
14. Кто допускается в зону обеспечения?
15. Может ли быть кто-нибудь в посадочной зоне при запуске планера?
16. Как промерить ветер?

Глава 14

ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ

Для чего устанавливаются полетные правила. Полетные правила устанавливаются с целью обеспечить наиболее правильное совершение полета и безопасность его для пилота, для планера и для прочих лиц.

Соблюдение полетных правил, начиная с установки планера на земле и кончая полной остановкой планера после посадки, является для планериста обязательным. Невыполняющий полетные правила сознательно рискует собой и ценнейшей материальной частью, составляющей общественную собственность, рискует иногда и безопасностью других лиц. Этим он совершает тяжчайшее преступление.

К нарушителю полетных правил применяются суровые меры воздействия вплоть до полного отстранения от полетов и исключения из среды планеристов.

Строго соблюдающий полетные правила страхует тем самым себя и планер и других лиц от всяких «случайностей», которые, как известно, всегда имеют какую-либо причину. Всевозможные

причины этих «случайностей» как раз и предусмотрены в полетных правилах.

В полетных правилах нет мелочей, их нельзя делить на маловажные и важные. Все они одинаково важны, так как малейшее отступление от них может привести к очень тяжелым последствиям.

Установка планера на старте. Когда старт подготовлен к полету, должна быть подготовлена и материальная часть — планер, амортизатор и приспособления для его установки.

На середине стартовой линии строго перпендикулярно направлению ветра планер устанавливается так, чтобы его крылья находились как раз вдоль стартовой линии.



Рис. 98. Установка планера и штопора

За стартовой линией в зависимости от длины планера 5—7 м в землю ввинчивается штопор (рис. 98). Штопор должен быть ввинчен до отказа так, чтобы из земли было видно только одно его кольцо. Это делается двумя учениками посредством ворота, вставленного в кольцо штопора.

Планер подводится к штопору хвостовым оперением на расстоянии $\frac{1}{4}$ м так, чтобы кольцо троса совпадало с местом, где на хвостовом оперении находится механизм самопуска. При этом планер устанавливается строго против ветра. После этого спусковое приспособление и кольцо штопора соединяются стальным тросом, заранее вплетенным в кольцо штопора. Конец троса обязательно снабжается вплетенным в него коушом или кольцом, которые надеваются на рычажок самопуска.

От концов крыла вправо и влево и от штопора назад отсчитывается по 3 м и на этом расстоянии вбиваются белые (зимой черные) флажки. В образуемый этими флажками треугольник при натяжке амортизатора никто не имеет права входить (даже из состава группы) за исключением одного лишь инструктора и ученика, поддерживающего крыло.

После этого инструктор, техник группы и группа осматривают планер. Осмотр производится в следующем порядке.

1. Действие управления — не должно быть люфтов и заеданий.

2. Тросовая проводка к рулям и прохождение ее через направляющие трубки. Если обнаружена стертая нитка — заменяется весь трос. Если место, где трос проходит через трубку, не смазано, обязательно смазать тавотом.

3. Крепления расчалки хвоста и крыльев.

4. Наличие всех булавочек в валиках крепления подкосов.

5. Контролька рулевой высоты.

Проверив осмотр планера группой и исправление дефектов. (осмотрев его лично), инструктор приказывает разложить амортизатор. Пока это делается, инструктор лично промеряет ветер, если он изменился, то изменяется весь старт и его ориентиры. Планер может быть выпущен в полет только при ветре, не превышающем указанного в его формуляре. При ученических же полетах — только при ветре, допустимом на данном упражнении.

Амортизатор обычно применяется сечением 18 мм (диаметр), смотря по упражнению в один или два конца по 30—35 м каждый (а при запуске на парение до 50 м). Он представляет собою шнур в 60—70 резиновых ниток, покрытых общей предохранительной оплеткой, сложенный вдвое, с кольцом, вдетым в петлю шнура и затянутым этой петлей (рис. 99) так, чтобы амортизатор проходил бы через кольцо в два шнура, но ни в коем случае не в один шнур.

Амортизатор должен быть намотан на барабан, который устанавливается и транспортируется на специальной тачке (рис. 100).

Барабан подкатывается к носу планера, у которого кладется конец амортизатора с кольцом. Откатывая затем барабан от планера, ученики тем самым сматывают амортизатор, лежащий в два шнура перед планером в направлении против ветра.

Правила запуска. После этого кольцо штопорного троса зацепляется за спусковое приспособление, и ученик садится в кабину. Положение планера относительно троса при этом потребует некоторого исправления, так как хвост планера после посадки ученика несколько поднимается.

Если инструктору требуется при объяснении упражнения и задания показать ученику положение планера подъемом хвоста, зацепка планера за трос производится после того, как инструктор закончит объяснение. Одновременно с этим один из учеников или обслуживающий старт становится у правого крыла и поддержи-

вает его так, чтобы концы обоих крыльев находились на равном расстоянии от земли.

Пилот (ученик) обязательно привязывается. Ремень должен быть обязательно широким, не менее 20-см ширины у живота, незакрученный и плотно без излишней слабину обхватывающий корпус ученика или пилота. Планеры, выпускаемые Планерным заводом, имеют стандартные ремни в виде нагрудных фартуков.

Пилот (ученик) проверяет правильность реагирования рулей элеронов на отклонение ручки и педали.

Когда объяснения даны, инструктор или выпускающий обязан еще раз флажком проверить направление ветра. После этого инструктор или выпускающий дает команду «разобрать амортизатор».

По этой команде группа, кроме пилота и держащего за крыло, разделяется на две части, подходящие к амортизатору справа и слева с интервалом в каждой части между людьми в 5—8 м. Взяв каждая свой шнур и держа его в руках, части расходятся по створу между флажками-ориентирами в конце старта и носом планера.

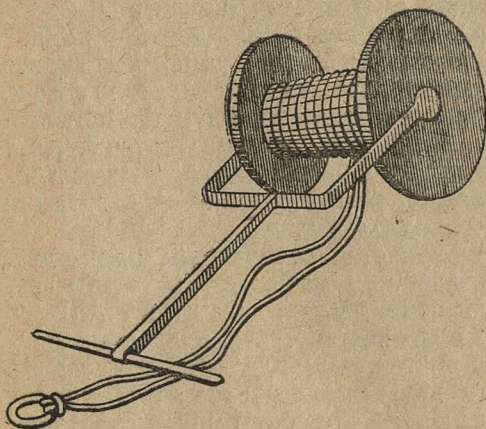


Рис. 100а. Способы транспортировки амортизатора:

а) катушечный барабан:

подтягивать амортизатор не более того, сколько требуется, чтобы каждый конец представлял собой прямую линию, выпрямленную на свой ориентир (правый конец — на правый флажок, левый — на левый).

Инструктор или выпускающий обязан после этого.

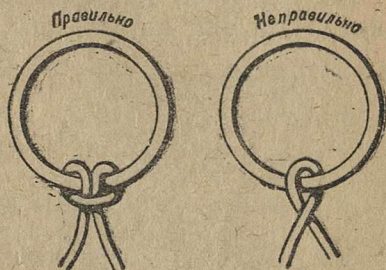


Рис. 99. Правильное и неправильное подвязывание амортизатора к кольцу

Определив число людей, необходимых для натяжения амортизатора, инструктор дает команду «на концах (на конце) по столько-то человек». Указанное число человек на краю каждого конца амортизатора по этой команде остается на местах, смыкаясь лишь к концу амортизатора на интервалы в 1 м друг от друга. Остальные кладут амортизатор на землю, подходят к носу планера и надевают кольцо, после чего стоящие на амортизаторе слегка

а) Проверить, имеет ли ученик подушку, если вес его недостаточен.

б) Проверить, верно ли направлены на ориентиры концы амортизатора, и проинструктировать держащих амортизатор, если натяжка производится ими впервые.

(Число и силы людей на обоих концах амортизатора должны быть равными).

в) Проверить, свободна ли посадочная зона и зона обеспечения. Если они не свободны, препятствия тут же должны быть устранены.

г) Определить натяжку по весу ученика, упражнению, ветру и плану.

После этого инструктор подает следующие команды:

а) «**натяжка** (столько-то) **шагов**».

б) «**пилот**» — этой командой проверяет готовность пилота. Если пилот готов к полету, он отвечает «**готов**».

в) «**на крыле**» — этим проверяется внимание держащего за крыло он отвечает «**есть**».

г) «**на амортизаторе**» — этим проверяет готовность к натяжке держащих амортизатор (команда).

д) «**натягивай**» — этой командой люди, держащие амортизатор все одновременно, равномерным шагом, держа амортизатор, идут на ориентиры. При этом команда отсчитывает шаги, и каждый последовательный десятый шаг отсчитывается громким возгласом — и т. д.

Рис. 1006. Способы транспортировки амортизатора:

б) тачка

Таким образом счет шагов получается следующий: один, два, три, четыре, пять, шесть, семь, восемь, девять, десять, один, два, три, четыре, пять, шесть, семь, восемь, девять, двадцать и т. д.

При натяжке натягивающие обязаны смотреть вперед на ориентир. Сделав заданное число шагов, команда останавливается.

По команде инструктора или выпускающего «**старт**» ученик обязан немедленно выжать рычажок отцепного приспособления даже в том случае, если инструктор дал старт ранее отсчета указанного им числа шагов, что вполне возможно, так как по натяжке амортизатора или по перемене силы ветра инструктор может изменить указанное им число шагов и дать натяжку меньшую. Держащий крыло, по команде «**старт**», обязан пройти с крылом, отнюдь его не задерживая, несколько шагов и выпустить его в горизонтальном положении.

По этой же команде («**старт**») держащие амортизатор обязаны смотреть уже на планер, а не вперед.

Правило о том, куда смотреть при натяжке, так же как и все стартовые полетные правила, очень важно. Нередки случаи обрыва амортизатора. Сокращающиеся концы в этих случаях очень опасны для глаз и лица. Когда же планер, освобождаясь, начинает набирать скорость, бежит и взлетает на команду, амортизатор сокращается, постепенно теряя свое опасное свойство, и более опасным становится планер, который особенно в руках неопытного пилота, может наскочить на команду.

В случае, если самопуск откажет и по команде «старт» планер останется на месте, инструктор или выпускающий подает команду «шагом назад», по которой команда шагом в ногу медленно отходит назад, не выпуская из рук амортизатора, и останавливается только тогда, когда амортизатор полностью сократится. В этом случае никто из команды не может бросить амортизатор до полного его сокращения, так как остальные могут не сдержать амортизатор, и он может их потянуть и захлестнуть.

После полета и падения амортизатора натягивающие вместе с подошедшей группой обязаны поднести амортизатор на старое место, отнюдь не волоча его по земле. Ученик или пилот перед очередным полетом освобождается от каких бы то ни было обязанностей по натяжке амортизатора и по подноске планера и амортизатора.

Правила взлета. Запрещаются следующие способы взлета:

а) Взлет горкой, т. е. взлет на больших углах атаки в стремлении набрать больше высоты (см. Техника полетов на планере), такой взлет создает большую опасность потери скорости, бесцельно перегружает планер, людей на амортизаторе и самый амортизатор и не достигает цели, так как взлет на экономическом угле атаки всегда дает и большую высоту.

б) Взлет с разворотом, т. е. взлет с поворотом планера еще в тот момент, когда он находится на амортизаторе или еще не перешел на планирование или парение. Здесь также создается опасность потери скорости (так как разворот требует большей скорости, чем полет по прямой) и бесцельная загрузка людей и амортизатора.

Особенно опасен такой взлет при запуске планера с гребня склона, так как при взлете с разворотом одно крыло оказывается выше и раньше другого попадает в восходящий поток, что при большой скорости ветра в конечном счете может опрокинуть планер.

в) Взлет с увеличенной скоростью низко над землей, так как при этом запускающие планер могут не успеть освободить поле.

г) Взлет при натяжке амортизатора увеличенной сверх нормы, допускаемой для данного планера. Такие взлеты могут привести к тяжелым последствиям, так как крылья рассчитаны на определенную нагрузку и если нагрузка превосходит допустимую, то крылья ломаются.

На взлете, как и во время всего полета, пилоту независимо от его квалификации строго воспрещается отвлекаться чем бы то ни

было от выполнения взлета или полета. Разговор, пение, свист, выкрики — все это свидетельствует о том, что пилот думает не только о взлете. Практика показывает, что многие аварии и поломки на взлете и в полете имели причиной такого рода рассеивание внимания пилота.

Дисциплинированный, выдержанный пилот никогда не позволит себе чем бы то ни было отвлекаться от полета. Сплошь и рядом новичек-планерист хочет выкриком или красным словом подчеркнуть свое искусство летать, позволяющее ему быть небрежным, свою смелость, небоязнь полета, который стал, дескать, ему обыденным делом.

На самом деле, опытному человеку, знающему, насколько внимательным надо быть при взлете и во время полета, он этим только подчеркивает свою неопытность и недисциплинированность.

Еще худшим проявлением недисциплинированности являются всякого рода лишние движения, покачивание планера и т. п., которые также категорически запрещены.

Правила полета. Установив планер в режим нормального угла планирования и положив его на заданный курс, пилот должен строго выполнять полученное задание, не уклоняясь от него и не внося в полет какой бы то ни было отсебятины.

Любому пилоту правила предписывают держать планер в полете на углах в зависимости от задания, но ни в коем случае не допускать близости пределов допустимых скоростей. Иначе говоря, строго воспрещается передирать планер, летая на пределе, за которым следует потеря скорости, равно как строго воспрещается увеличением угла планирования переводить планер в положение, близкое к пики и к скоростям, при которых планер испытывает чрезмерные перегрузки. Это разрешается лишь на пилотажном планере при выполнении фигур пилотажа, совершаемых также по строгим правилам.

При парении, так же как и при планировании, выполнение разворотов разрешается только в направлении от склона, а не на склон. Лишь при заходе после парения на посадку наверху склона разрешается после совершения разворота от склона зайти на склон.

Разворот, как правило, разрешается при запасе высоты не менее 10 м. При этом запрещаются крены свыше 25° .

При пилотаже выполнение любой фигуры на высоте менее 200 м воспрещается.

Особо строгие правила относятся к совершению полетов при пубlike. В этих случаях запрещается в полете любое приближение к публике на расстояние менее 50 м по прямой и менее 100 м над ней (при условии, что посадочная зона находится не далее чем в 10-кратном от высоты расстоянии).

Правила при посадке. Посадка должна, как правило, совершаться против ветра и, в крайнем случае (или по заданию), со сносом. Категорически воспрещается посадка по ветру, если она не вызвана каким-либо безвыходным положением.

Во всех случаях посадка должна быть совершена на 3 точки (без шасси на 2 точки), но не на скорости.

При посадке со сносом пилот обязан, действуя элеронами, положить на землю крыло, обращенное к ветру.

Во всех случаях пилот не выходит из кабины до подхода людей. Лишь при ослаблении ветра, в случае отсутствия поблизости людей пилоту разрешается выйти из кабины, поставить планер положенным крылом к ветру и укрепить его.

При планирующем полете планер не выпускается, если посадочная зона не свободна. В парящем полете пилот может выходить на посадку только на свободную посадочную зону.

Полетные права пилота. Обучающийся полетам имеет право совершать только те полеты, которые ему даются по заданию инструктором.

По окончании курса обучения I ступени он имеет право с разрешения лица, руководящего стартом, совершать полеты по прямой на ровной площадке. По окончании курса обучения полетам по II ступени он имеет право совершать планирующие полеты с разворотами до 180° с горы, на что также в каждом случае должен получить разрешение лица, руководящего стартом.

Закончивший курс обучения II ступени получает звание пилота-планериста.

Если после этого он проходит курс обучения парителей, ему присваивается звание пилота-парителя класса А, которому разрешаются также и парящие полеты.

Пилот-паритель, освоивший на планерах пилотаж, ночные полеты и буксировку планеров, получает звание пилота-парителя класса Б с правом производить пилотаж, буксировку, а также возить на планерах пассажиров и летать ночью.

Каждый планерист имеет право совершать только те полеты, которые разрешаются по его званию. Эти права действительны на один год, причем если пилот за это время не тренировался, то он утрачивает присвоенное ему звание и соответствующее свидетельство ему не возобновляется до тех пор, пока он не пройдет повторительной тренировки под руководством инструктора.

Лицо, ответственное за старт, обязано проверять права выпускаемого в полет пилота и не выпускать его в полет, на который пилот по присвоенному ему званию не имеет права, и вовсе не пускать в полет лицо, утратившее свое звание и присвоенные ему права.

Лицо, ответственное за старт, обязано также строго проверить, может ли быть допущен к полетам и данный планер. Все планеры должны иметь формуляр, где обозначено — какие полеты и при каком ветре имеет право совершать данный планер, а также и все последующие ограничения этого права.

Планеры, не имеющие формуляров к полетам, вообще не допускаются.

Полетная дисциплина. Соблюдение полетных правил является важнейшей обязанностью каждого планериста. Лица, не подчи-

няющиеся этим правилам, нарушающие их и тем создающие опасность аварий и поломок, подлежат самой суровой ответственности, вплоть до лишения всех полетных прав, а в случае аварий или поломок — вплоть до уголовной судебной ответственности.

Так как мелочей в вопросах полетной и стартовой дисциплины не бывает, каждый ученик, пилот, инструктор обязаны выполнять стартовые и полетные правила до мелочей, в полнейшей точности и следить за выполнением их другими.

Любое допущенное нарушение, не вызвавшее отпора со стороны инструктора или лица, ответственного за старт, и со стороны самой группы, опаснейший признак, свидетельствующий о том, что в данной группе полетная дисциплина отсутствует.

Полетная дисциплина каждого ученика, инструктора, пилота является важнейшей частью их характеристики, на основании которой судят о том, может ли он быть допущен к дальнейшей работе в авиации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего устанавливаются полетные правила?
2. Почему в полетных и стартовых правилах все правила одинаково важны и среди них не может быть мелочей?
3. Как устанавливается планер на старте?
4. Для чего служат флажки, ограничивающие трехугольник у планера?
5. Почему штопор должен быть свернут до отказа?
6. Что требуется осмотреть перед взлетом планера?
7. Как разворачивается амортизатор?
8. Изложите весь порядок подготовки планера к взлету?
9. Каковы при этом обязанности инструктора и ученика?
10. Какие команды подает инструктор или лицо, ответственное за старт?
11. Что выполняет по этой команде пилот, натягивающий амортизатор и держащий крыло?
12. Что надо делать пилоту, инструктору и натягивающему амортизатор, если заест самопуск?
13. Почему натягивающие амортизатор, растягивая его, обязаны смотреть вперед, а по команде «старт» смотреть на планер?
14. Что они обязаны делать после пролета планера и спадения амортизатора?
15. Какие способы взлета полетными правилами воспрещены?
16. Почему нельзя взлетать «горкой»?
17. Почему запрещается взлетать с разворота?
18. Почему нельзя взлетать на увеличенной скорости?
19. Почему нельзя взлетать на увеличенной натяжке амортизатора?
20. В чем заключается основное правило полета?
21. Почему запрещается передирание планера?
22. Почему запрещается в полете давать увеличенную скорость?
23. Каковы правила парящего полета и разворотов в планирующем и в парящем полетах?
24. На какой высоте с каким креном разрешается разворот?
25. Какие правила существуют для полетов при публике?
26. В чем заключаются правила посадки?
27. Что такое полетные права?
28. Что такое полетная дисциплина и в чем ее смысл?

ЧАСТЬ V

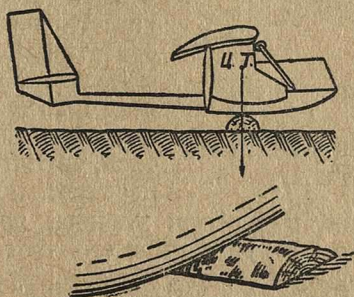
ТЕХНИКА ПОЛЕТА НА ПЛАНЕРЕ

глава 15

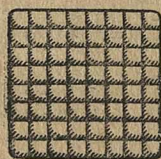
БАЛАНСИРОВКА НА ПЛАНЕРЕ

(1-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Центр тяжести планера и движения планера вокруг центра тяжести. Центром тяжести планера называется точка приложения всех сил тяжести, действующих на планер. Если бы можно было планер укрепить свободно за центр тяжести, он оставался бы в равновесии при любом данном ему положении.



Р и с. 101. Установка планера для балансировки



Р и с. 102. Подушка с песком

Все изменения положения планера в полете производятся путем вращения планера вокруг центра тяжести.

Центр тяжести планера УС-3 (и УС-4) находится между передней и кривой стойками центральной фермы, несколько ниже головы пилота, под первой третью хорды крыла (принимая планер в горизонтальном положении).

Установка планера. (Планер для балансировки устанавливается против ветра, скорость которого не должна превышать 4 м/сек. Если нет специального балансировочного приспособления, то снимаются колеса, и планер ставится полозом лыжи на деревянную доску с цилиндрической верхней поверхностью (рис. 101).)

(Планер рассчитан на вес ученика в 70 кг.) Это должны учитывать и инструктор и ученик. Каждый ученик должен знать свой вес и сообщить о нем инструктору.

Если ученик весит меньше или больше, в пределах до 5 кг — это существенного влияния не окажет. Если же разница будет больше, то это вызовет ряд особенностей в запуске и в управлении планером.

При большем весе ученика центр тяжести планера перемещается вперед — такая центровка называется передней.

При меньшем весе ученика центр тяжести перемещается назад, и центровка называется задней.

(Особенно следует избегать задней центровки. Поэтому при задней центровке на сиденье надо класть подушку с песком.)

Подушка должна быть простегана так, чтобы песок не сыпался в одну сторону, и сшита из прочного материала (брезента) (рис. 102). Таких подушек в группе надо иметь две — одну весом в 10 кг, другую — в 5 кг.

После полета ученика-легковеса подушку обязательно следует снимать. Ученик нормального веса перед посадкой должен убедиться, нет ли на сиденье песочной подушки.

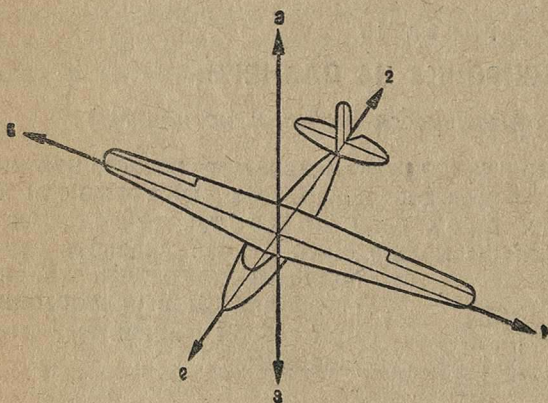


Рис. 103. Три оси вращения планера вокруг своего центра тяжести

(Иногда виной неправильной центровки планера является его конструкция или неравномерное усыхание его частей. В этих случаях, при задней центровке, подушка соответствующего веса плотно привязывается и всегда остается на сиденье. При передней центровке к самому краю килевой части хвостовой балки на шурупах привинчиваются железные пластинки весом и размером, необходимыми для исправления балансировки и для пригонки пластинок к балке.)

Планер имеет три оси вращения вокруг своего центра тяжести, соответствующие тем движениям, которые планер должен сделать для изменения направления своего полета или для изменения своего положения. Способность планера сохранять на этих осях определенное положение или изменять его по воле летчика, носит общее название устойчивости. Все три оси проходят через центр тяжести планера.

а) Ось, параллельная размаху планера. Способность планера не вращаться вокруг этой оси, иначе как по воле пилота, называется продольной устойчивостью (рис. 103).

б) Ось, параллельная оси фюзеляжа. Та же способность планера в отношении этой оси называется поперечной устойчивостью планера.

в) Ось, перпендикулярная обоим первым осям и проходящая через центр давления крыльев и центр тяжести. Та же способность планера в отношении этой оси называется устойчивостью пути.

Ниже даны несколько более упрощенные определения и поэтому несколько менее точные.

Понятие о продольной устойчивости. (Продольной устойчивостью называется способность планера не отклоняться вверх или вниз от заданного ему направления нормального полета и способность производить это отклонение по воле пилота.

Неустойчивым продольно будет тот планер, который при планировании будет стараться из него выйти, отклоняя нос вверх или вниз.

Продольная устойчивость планера обеспечивается горизонтальным оперением и правильной центровкой планера. Горизонтальное оперение состоит из стабилизатора (неподвижной части) и руля высоты — подвижной части горизонтального оперения.

Назначение стабилизатора — препятствовать планеру отклоняться от заданного направления вверх или вниз. При правильном положении стабилизатор сливается с направлением потока воздуха и не имеет никакой подъемной силы. Как только планер откло-

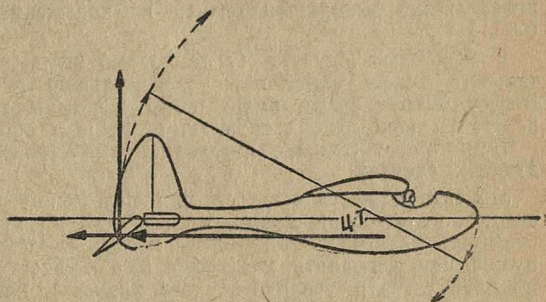


Рис. 104. Силы, образующиеся при действии руля высоты

нится от заданного направления положением фюзеляжа, но по инерции еще летит по заданному направлению, стабилизатор, став таким образом под некоторым углом атаки, приобретает подъемную силу. Этой силой он отклоняется, отклоняя одновременно (как рычаг, приложенный к центру тяжести планера) весь планер вновь в нормальное положение.)

Действие руля высоты. (Назначение руля высоты — производить отклонение хвоста планера вверх или вниз вокруг центра тяжести для соответствующего изменения положения планера и направления полета по воле пилота.)

В положении планирующего полета на наивыгоднейшем угле атаки при правильной центровке планера руль высоты сливается с направлением потока (угол атаки его $= 0$, как говорят, стоит нейтрально) и не имеет ни положительной подъемной силы (направленной вверх), ни отрицательной (направленной вниз).

Если же необходимо изменить направление полета планера, например увеличить угол планирования, для чего планер должен нос опустить и поднять хвост, то пилот движением ручки от себя выводит руль высоты из нейтрального положения, опуская его заднюю кромку вниз (рис. 104). В зависимости от величины образовавшегося угла атаки появляется подъемная сила вверх. Хвост поднимается вокруг центра тяжести планера вверх, нос планера — вниз. Плане увеличивает угол планирования.

Действие руля высоты зависит от:

- а) скорости планера,
- б) степени отклонения руля высоты (угла атаки),
- в) профиля стабилизатора и руля высоты,
- г) площади руля высоты,

д) расстояния от центра тяжести планера до центра давления руля высоты.

Поскольку первые три условия достаточно ясны из теории полета на планере, требуется пояснить лишь последние.

При данных коэффициенте подъемной силы руля высоты угле атаки и скорости площадь руля высоты определяет подъемную его силу.

Чем дальше центр давления руля высоты от центра тяжести планера, тем больше момент руля высоты, равный произведению подъемной силы руля высоты на расстояние его от центра давления до центра тяжести планера (рычаг).

При установившемся полете действие руля высоты связано с появлением новой силы, выводящей планер из положения, которое он имел до этого (рис. 104).

В некоторых случаях (у самолетов) руль высоты в положении горизонтального полета имеет или положительный или отрицательный угол атаки. Первое бывает тогда, когда центр давления находится при горизонтальном полете впереди центра тяжести, второе — в обратном случае.

Отсутствие у планера продольной устойчивости может происходить в следующих случаях:

а) Центр тяжести планера при положении горизонтального полета лежит спереди от отвесной линии, проведенной из центра давления крыла. Планер стремится опустить нос — «клюет носом» и затем «шикирует». В этих случаях нужно или исправить центровку (что бывает иногда трудно и что в большинстве случаев увеличивает вес планера), или уменьшить угол атаки стабилизатора, что увеличивает лобовое сопротивление, а следовательно, и качество планера.

б) Центр тяжести лежит сзади от центра давления крыла. Планер задирается носом вверх — «кабрирует». Следует или исправить центровку, или увеличить угол атаки стабилизатора с теми же последствиями, как и в первом случае.

в) Положение стабилизатора не нейтрально. Следует его исправить.

г) Моменты сил лобового сопротивления выше центра тяжести и ниже его — неравны, что бывает чаще всего в незначительных, мало влияющих пределах.

Для управления рулем высоты служит рычаг управления (ручка). Тросы от кабачиков руля высоты связаны тросами с ручкой так, что при отклонении ручки на себя задняя кромка руля высоты поднимается, при отклонении ручки от себя — опускается. Таким образом создается естественность движения.

(Желая поднять нос планера, ручку следует взять на себя, желая опустить нос планера, ручку следует отдать от себя. Чем больше скорость планера, тем большая подъемная сила возникает при том же отклонении руля высоты. Ручка в этом случае окажет руке пилота большее противодействие. Отсюда ясно, что при большей скорости требуется меньший угол отклонения руля, а следовательно, и меньший ход ручки.)

Понятие о поперечной устойчивости планера. — Поперечной устойчивостью называется способность планера при планировании не наклоняться самопроизвольно вправо или влево (крены), а вхо-

дить в крены или выходить из них по воле пилота.

Для обеспечения поперечной устойчивости у планера имеются элероны. Они связаны тросами с той же ручкой, так что при отклонении ручки вправо задняя кромка правого элерона поднимается, а левая — опускается. При отклонении ручки влево — картина обратная.

Предположим, что планер, правильно планируя по прямой, начал опускать левое крыло (естественно, что при этом правое поднимается), т. е. получил левый крен. При движении ручки вправо поднимется правый и опустится левый элерон. Следовательно, на конце левого крыла часть крыла получила большой угол атаки и подъемная сила левого крыла увеличилась (рис. 105). Правый, поднятый элерон создал отрицательный угол атаки части левого крыла и тем уменьшил его подъемную силу. Левое крыло поднимается, правое опускается — планер выходит из крена. Движения и тут естественны. Ручка следует в сторону желательного и против нежелательного кренов.

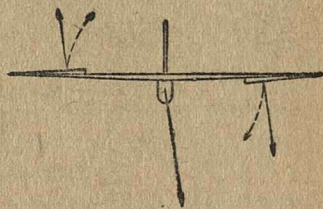


Рис. 105. Силы, возникающие при действии элеронов

Так же, как и для руля высоты, чем больше скорость планера, тем эффективнее (тем более значительно) действие элеронов.

Действие элеронов зависит от тех же условий, что и действие руля высоты. Представляя себе также все силы, действующие на планер, в установившемся его движении уравновешенными, с момента начала действия элеронов, появляются две новые силы, действующие одна — на одно крыло вниз, другая — на другое крыло вверх, что и вызывает вращение планера вокруг продольной оси.

Нетрудно, однако, догадаться, что действие обоих элеронов, т. е. величина возникающих при их одновременном отклонении сил, — не одинаково.

Поднятый элерон, находящийся в завихренной части профиля, работает хуже и создает меньшую подъемную силу, чем опущенный (рис. 105). Эта разница обычно незначительна, и ею большей частью пренебрегают. Но в некоторых случаях (например при больших удлинениях) эта разница становится существенной. В этих случаях делают так называемое дифференцированное управление элеронами, при котором угол отклонения поднимающегося элерона всегда больше, чем угол отклонения опускающегося.

Отсутствие поперечной устойчивости планера может вызываться следующими причинами.

а) Различный угол атаки правого и левого крыла. Это исправляется простой проверкой и перерегулировкой крыльев планера?

б) Различными весами правого и левого крыла — исправляется путем добавления в конец более легкого крыла необходимого груза.

в) Неправильным профилем одного или обоих крыльев или скашиванием их вследствие усыхания, небрежного хранения или небрежного производства — исправляется посредством ремонта крыла.

г) Непараллельности размахов крыла и оперения, отчего появляются моменты, скручивающие фюзеляж или хвостовую балку планера. Исправляется путем перерегулировки или ремонта.

Выполнение балансировки. А. Посадка. Основное требование к посадке — то, чтобы она была удобна. Поэтому следует садиться на сидение так, как на стул, не очень плотно, прижимаясь к спинке больше верхней частью спины, а не нижней, без напряжения, за счет одного лишь веса верхней части корпуса, ноги ставить на педали так, как показано на рис. 106. (Следует проверить (5—6 сек.), удобна ли посадка. Если чувствуется неудобство, надо переменить положение (сесть ближе к краю или глубже и т. п.).

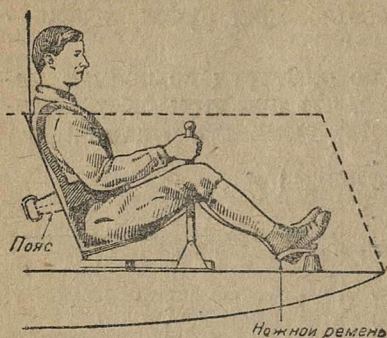


Рис. 106

Обязательно во всех случаях надевать и застегивать пояс, привязывающий пилота к сидению.

Пояс должен быть широким, не меньше 20 см ширины (у живота) — лучше всего стандартный.

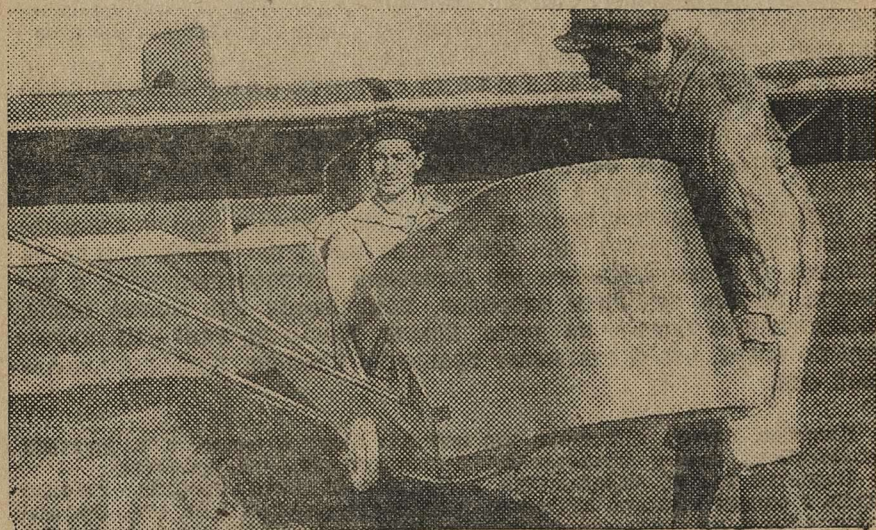


Рис. 106а. Правильная посадка в кабине планера

Пояс застегивается после того, как найдена удобная посадка. Затягивание пояса производится плотно, без всякой слабости, но не до тугости.)

Если рост ученика невелик, не следует стесняться и подложить на спинку или сидение подушку. Эту подушку ученик должен всегда приносить сам на старт и летать с ней.

Б. Действие ручкой. Ручку следует держать за верхний ее конец одной лишь правой рукой, легко сжимая ладонь и не напрягая мускулов руки. Левая рука кладется на левое колено. Когда инструктор изменяет положению планера, ученик делает

плавное движение, необходимое для того, чтобы восстановить прежнее положение планера. Планер наклонился носом вниз — ученик одновременно, но спокойно, без торопливости, соразмерно берет ручку на себя. Планер наклонился влево — ручка убирается таким же плавным движением вправо.

После упражнений на планере, усвоив верно направление движений ручки, полезно потренироваться. Взяв стержень, заменяющий ручку, установив его между ногами в положение сидя, представляя себе отклонения крыла или носа планера, совершать противодействующие им соразмерные и плавные движения.

В последующих упражнениях ученик научится отличать случайные, иногда резкие, но незначительные движения планера, сами собой затухающие, на которые реагировать не следует. Те же отклонения планера, на которые следует реагировать, требуют плавного немедленного, но неторопливого ответа.

Не следует думать, что требуется молниеносный ответ ручкой даже на такое движение планера, на которое следует реагировать.

Сразу же требуется приучить себя к тому, что чем больше скорость, тем меньший, но плавный ход надо дать ручке, реагируя на поведение планера или изменяя его движения. Степень быстроты и хода ручки должна ощущаться по скорости и характерному сопротивлению ручки, когда имеется скорость. Слабо сопротивляющаяся вялая ручка есть дурной признак близости потери скорости.

Ручка действует в двух плоскостях одновременно, «к себе — на себя» и «вправо — влево», таким образом часты сложные движения, например одновременно на себя и влево, так называемые движения по диагонали.

(Следует сразу же недопустить вредной привычки при движении ручки вправо — влево (элероны) забывать о ее положении в связи с рулем высоты, т. е. о движении «от себя — на себя». Часто, двигая ручкой в сторону, ученики незаметно подтягивают ручку на себя. Точно так же как движения «от себя — на себя» должны не нарушать плоскости движения «вправо — влево», последние не должны нарушать плоскости движения «от себя — на себя». Сочетание этих движений, так же как и сочетание их с движением педалями, носит название «координации движений».)

При всех движениях следует сохранять принятое положение в кабине, чувствовать себя слитым с ней. При наклоне кабины вверх или в сторону, реагируя на это ручкой, не следует отклонять своего корпуса в обратную сторону. Корпус следует за кабиной так, как если бы он был ее составной частью.)

Во всем этом надо поупражняться, не только сидя в кабине, но и у себя дома.

Только тогда, когда ученик будет безошибочно реагировать на изменение положения планера и усвоит характер этих движений, он может считать закончившим это упражнение, и инструктор вправе его переводить на следующее. Для этого требуется повторить с учеником балансировку не менее 5—7 раз.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое центр тяжести планера?
2. Где он находится?
3. Какое он имеет значение при действиях руля высоты, элеронов и т. п.?
4. Как правильно установить планер для балансировки?
5. На какой вес ученика рассчитан планер УС-3 или УС-4?
6. Что называется передней или задней центровкой?
7. В каких случаях и как следует устранять переднюю или заднюю центровку (при различных весах пилотов)?
8. Как следует устранять постоянную переднюю или заднюю центровку?
9. Что такое устойчивость планера?
10. Вокруг каких осей вращается планер при изменении своих положений?
11. Что такое продольная устойчивость? Определите ось возможного вращения планера в этом случае?
12. Чем обеспечивается продольная устойчивость планера?
13. При отклонении ручки «на себя», что делается с рулем высоты?
14. Определите назначение стабилизатора?
15. Как определить поперечную устойчивость?
16. Вокруг какой оси должна быть обеспечена поперечная устойчивость?
17. Какие силы и как действуют на планер при работе элеронов?
18. Отчего зависит эффективность действия элеронов?
19. Что такое крен планера?
20. Что происходит с элеронами при отклонении ручки влево и что при этом происходит с планером?
21. Одинаково ли работают оба элерона?
22. Чем определяется правильность посадки пилота в планере?
23. Как надо держать ручку?
24. Отчего зависит скорость и величина отклонения ручки?
25. Как влияет на ручку уменьшение скорости планера?

Глава 16

ПРОБЕЖКА НА ПЛАНЕРЕ

(2-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Понятие об устойчивости пути. Устойчивостью пути называется способность планера не отклоняться от заданного ему направления полета вправо или влево и отклоняться от него по воле пилота.

Неустойчивым в этом отношении планером будет тот, который при закрепленных рулях все же не держит направления, отклоняется носом (или весь) вправо или влево, как говорят «рыскает».

Устойчивость пути планера обеспечивается килем и рулем направления, — так называемым вертикальным оперением планера.

Киль является неподвижной частью вертикального оперения. Его назначение по отношению к устойчивости пути то же, что и стабилизатора по отношению к продольной устойчивости планера — восстанавливать направление пути планера при его самопроизвольных отклонениях.

Действие руля поворотов. Назначение руля направления — отклонять хвост планера от центра тяжести вправо или влево.

Механика его действия та же, что и руля высоты, с той лишь разницей, что он находится в вертикальной, а не в горизонталь-

ной плоскости. Аэродинамически он служит продолжением киля. Поэтому при нейтральном положении руля воздух легко обтекает все вертикальное оперение. При отклонении же руля направления вправо или влево, оперение приобретает подъемную силу, направленную в сторону, обратную отклонению задней кромки руля. Появившийся при этом у руля направления угол атаки (рис. 107) делает все оперение несущим в сторону направления появившейся подъемной силы. Подъемная сила руля направления, отклоняя хвост планера в какую-либо сторону, поворачивает вокруг центра тяжести в эту сторону весь планер.

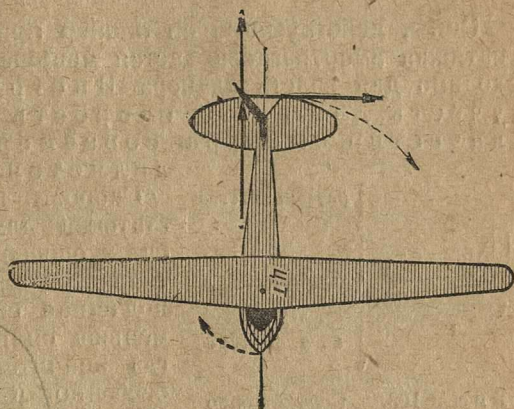


Рис. 107. Силы, возникающие при действии руля поворотов

Для управления рулем направления служат педали — плечи одного и того же коромысла, связанные своими концами посредством тросов с кабанчиками руля так, что отклонение вперед правой педали отклоняет заднюю кромку руля вправо, а отклонение левой педали вызывает такое же отклонение влево. Педаль приводится в движение ногами. Нога следует в сторону желательного отклонения носа планера. Нажим на педаль правой ноги вызывает поворот планера вправо, нажим левой — поворот влево¹.

Действие руля направления зависит от тех же условий, что и действие руля высоты, а именно от:

- а) скорости планера,
- б) степени отклонения руля (угол атаки),
- в) профиля киля и руля,
- г) от площади руля,
- д) от момента руля, т. е. от величины подъемной силы руля, умноженной на расстояние от центра давления руля направления до центра тяжести планера.

Отсутствие устойчивости пути планера может происходить вследствие следующих причин:

- а) различных лобовых сопротивлений правого и левого крыла — исправляется посредством устранения причины (неправильный профиль, наличие выступающих предметов и т. п.) или посредством некоторого смещения киля;
- б) неправильного положения киля, не сливающегося с плоскостью оси потока воздуха, — исправляется изменением положения киля.

Зависимость действия руля направления от скорости планера.
Ясно, что действие руля направления зависит от скорости планера. Чем больше скорость плане-

¹ Здесь имеется некоторое несоответствие привычным движениям, например, при управлении велосипедом, где, для того чтобы повернуть влево, мы как раз увеличиваем нажим на руль правой рукой. Связанные с этим вначале затруднения исчезают после непродолжительной тренировки.

ра, тем большая подъемная сила возникает при том же отклонении руля. В этом случае педаль окажет ного пилота большее противодействие. Отсюда ясно, что при большей скорости потребуются и меньший угол отклонения руля, а следовательно, и меньший ход педали.)

Силы, действующие на планер при пробеге. (При пробеге натяжка амортизатора дается меньшей, чем то было бы необходимо для взлета планера.) Инструктор должен строго учесть для этого скорость ветра, вес ученика и качество планера; соразмерно с этим им и определяется степень натяжки.

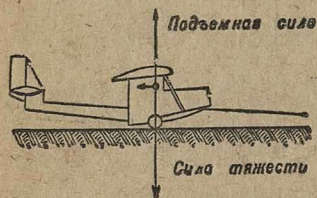


Рис. 108. Соотношение подъемной силы и веса планера при пробеге

(Скорость планера при пробеге недостаточна для возникновения подъемной силы, способной преодолеть полную силу тяжести планера. Однако, некоторая подъемная сила все же возникает. Она меньше силы тяжести планера, но иногда значительно приближается к ней, особенно в средней части пробегки (рис. 108), когда достигнуто достаточное ускорение планера. Если изменять угол атаки планера на больший, то

подъемная сила может увеличиться до пределов, достаточных для взлета. Это надо помнить и инструктору и ученику. Поэтому, в зависимости от центровки и ветра, ручка на пробеге ставится чуть от себя.)

На планер действует и сила трения колеса или лыжи о землю. Так как силе тяжести противодействует некоторая подъемная сила, давление колеса или лыжи на землю будет незначительно, поверхность трения уменьшится (меньшее вдавливание колеса в землю), следовательно и трение будет меньше. Сила трения создает момент, опрокидывающий нос планера книзу. Но вследствие близости точки ее приложения к точке приложения силы амортизатора, этот момент будет незначителен.

Цель пробегки. Научиться устранять крен путем освоения действия ручки в поперечном направлении (элеронов) и научиться выдерживать прямую путем освоения действия педалей (руля направления).

Подготовка к пробегу. Начиная запятая с группой, инструктор лично производит пробную пробегку для того, чтобы проверить, правильно ли планер слушается управления.

После этого:

- а) планер осматривается по инструкции;
- б) ставится строго против ветра; один учел держит за крыло;
- в) ученик садится и привязывается; надевается обтекатель;
- г) планер крепится к штопуру;
- д) ученик проверяет рули и элероны — действуют ли они правильно (ручка на себя, руль высоты — вверх и т. п.);
- е) надевается кольцо амортизатора;

ж) группа становится на места и на амортизатор (один конец 3—4 человека).

По выполнении перечисленного инструктор должен:

- а) проверить установку и осмотр планера учлетами;
- б) промерить скорость ветра (должен быть не выше 3 м/сек);
- в) проверить, свободен ли старт;
- г) определить натяжку амортизатора по скорости ветра, весу ученика и полетным свойствам планера;
- д) проверить подготовленность ученика;
- е) поставить ученику правильно ручку;
- ж) проинструктировать ученика в том, как действовать ногами, и в том, что положение ручки должно строго сохраняться во всех случаях;
- з) указать, как исправить ошибки предыдущей пробежки.

Выполнение пробежки.—Перед началом пробежки ученик должен сидеть свободно и удобно. Правая рука держит (плотно, но без напряжения) верхний конец ручки. Ручка ставится в положение, указанное инструктором.

При этом одновременно проверяется и руль направления. Ученик ногами устанавливает его строго нейтрально. Ноги плотно, но тоже без напряжения, лежат на педалях.

Левая рука кладется на рычаг самопуска.

Данный ученику инструктором ориентир для выдерживания направления в положении планера на земле при обтекателе и при малом росте ученика может быть скрыт за носом обтекателя.

Этим смущаться не надо, так как после отцепки обтекатель опустится. Надо только запомнить положение ориентира по отношению к кривой линии, образуемой ребром носа обтекателя и точно помнить положение обтекателя, заданное инструктором.

Если бы (при ручке, слегка данной вперед, и при правильно закрепленной педали руля поворота) планер был запущен с грузом, а не с учеником, то он наверное не совершил бы ошибки, и пробежка была бы совершена правильно.

Единственное, что могло бы помешать образцовой пробежке пустого планера, это возможное опускание одного из крыльев.

Отсюда ясно, что при пробежке, как и при всяком полете, ученик не должен совершать никаких лишних движений.

В момент начала пробежки скорость планера еще не велика, и элероны имеют небольшую подъемную силу: поэтому отклонение ручки вправо и влево требуется несколько больше, чем в середине пробежки.

Техника работы элеронами на пробежке заключается в следующем:

а) Ученик должен чувствовать положение аппарата и его крыльев, не поворачивая головы и глаз в сторону какого-нибудь крыла; смотреть он должен только прямо на ориентир.

б) Наклон крыла должно соответствовать отклонение ручки в обратную сторону так, как будто она зависит от этого наклона и

сама плавно идет соразмерно наклону крыла, стремясь остаться вертикальной.

в) Когда крыло в наклоненном положении остановилось, ручка продолжает отклоняться. Так только крыло начало двигаться обратно, тем скорее и ручка движется обратно, с расчетом стать в нейтральное положение к тому моменту, когда крыло станет горизонтально. Если же при нейтральном положении ручки крыло перевалится за горизонтальное положение, ручка следует дальше и возвращается в нейтральное положение как только крыло стало горизонтально.

Движение ручки «вправо — влево» не должно нарушать нейтрального ее положения в отношении движения «от себя — на себя», т. е. движения вправо и влево должны быть строго в плоскости установленного инструктором положения ручки.

При этом ручка оказывает руке пилота некоторое противодействие — так говорят давление.

Чем меньше это давление, тем большее отклонение надо давать ручке при одном и том же отклонении крыла. Величина этого давления зависит от скорости планера. Соразмерность отклонения ручки этому давлению постигается опытом.

Вследствие небольшой скорости, значительную роль на пробежке играет инерция крыла. Опускающееся крыло идет вниз, будучи чем-нибудь отклонено, не потому, что еще действует отклонившая его сила, а вследствие своей инерции. Если инерция отклонения крыла действует и в момент возвращения крыла к своему правильному положению, то оно на нем не останавливается и продолжает дальнейшее вращение.

Это заставляет пилота также продолжать движение ручки за середину. Однако не следует забывать, что вслед за этим надо поставить ее в нейтральное положение.

Техника работы на пробежке рулем направления — не сложна. Движения педалей также всегда должны быть плавными. Нажим ногой на одну педаль соответствует легкому ослаблению другой ноги. Не должно быть распирания ногами спинки сидения и педали, но нога, отходящая назад, должна педаль чувствовать.

Как только планер послушался нажима ноги на педаль, нажимом другой ноги надо поставить ее снова в нейтральное положение.

Особо следует остановиться на положении ручки по отношению к рулю высоты. Как бы ученик ни работал ручкой вправо и влево (элеронами), плоскость движения ручкой должна быть не ближе к себе и не дальше от себя, чем та, которая установлена инструктором.

Если ручка станет давить на ладонь, стремясь переместиться ближе к ученику, то позволять ей это на пробежке нельзя.

Что бы ни происходило с планером, плоскость этого движения ручки нарушена быть не может.

Работая рычагом управления и педалью, ученик должен выработать в себе привычку не смотреть на ручку и в кабину и пред-

ставлять себе движение руки и ног как движения, непосредственно слитые с планером, как будто бы планер ходит за ручкой.)

Это представление появляется не сразу, его нужно вырабатывать путем строгого выполнения правил техники полета и работой над ее освоением.

Пробежка имеет огромное значение для усвоения учеником дальнейших упражнений. Поэтому инструктор только тогда может переводить ученика на следующее упражнение, когда учеником пробежки усвоены полностью и он в течение минимум 8 пробежек подряд (независимо от того, сколько он имел их осваивая) не совершает ни одной ошибки¹. Только после этого, и то постепенно увеличивая натяжение амортизатора, инструктор подводит ученика к поддетам. Обычно для этого требуется не менее 25 пробежек.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое устойчивость пути планера?
2. Вокруг какой оси вращается планер под действием руля направления?
3. От каких условий зависит действие руля направления?
4. Как влияет скорость на действие руля направления?
5. Какое влияние оказывает скорость на работу педалями?
6. Какие причины могут вызвать путевую неустойчивость планера?
7. Какие силы действуют на планер при пробежке?
8. Отчего планер при пробежке не взлетает?
9. В каком случае планер может все же взлететь?
10. Как действует трение колес или лыжи на планер при пробежке?
11. Почему в начале пробежки элероны действуют слабо?
12. В каком порядке производится подготовка к пробежке?
13. Как проверить положение ручки по положению рулей и элеронов?
14. Зачем ученику дается ориентир?
15. Как следует сидеть в кабине и что следует запомнить?
16. Что следует помнить ученику о ручке?
17. Почему вредны лишние движения?
18. Как влияет инерция крыльев на малых скоростях на их отклонение вверх и вниз?
19. Какова техника работы ручкой вправо и влево при действии элеронами?
20. Как влияет скорость на ручку при работе элеронами?
21. Какова техника работы рулем направления?
22. В чем особенности работы рулем высоты на пробежке?

Глава 17

ПОДЛЕТ НА ПЛАНЕРЕ

(3-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Силы, действующие на планер во время подлета. Рассмотрим теперь, что произойдет с планером, если мы несколько усилим и продлим по времени натяжение амортизатора по сравнению с дававшимся при пробежках.

Когда, постепенно разгоняясь на разбеге, планер достигает скорости, достаточной для образования подъемной силы, равной весу планера, планер в известный момент бежит по земле, уже не давя на нее силой своей тяжести (она уравновешена подъемной силой), и в следующий момент (так как скорость и связанная с ней подъемная сила растут) отделяется от земли.

¹ Инструктор должен учитывать, что на пробежках вследствие малой скорости, особенно в конце пробежки, планер не всегда слушается даже верных движений ученика.

Этот короткий момент, полной яравновешенности под'емной силы и веса на взлете становится значительно более продолжительным, если ослабить по силе, но удлинить по времени действие амортизатора, что и делается при подлетах, когда планер запускают в один конец, но более длинным амортизатором.

Если вслед за этим действие сократившегося амортизатора ослабевает настолько, что он не только не сообщает планеру ускорение, но уже и не поддерживает скорости планера, планер будет бежать по земле, постепенно прилагая к земной поверхности все большую и большую часть своего веса, пока окончательно не остановится.

Следовательно, период уравновешенности планера действием амортизатора может быть продлен. Так как лыжа или колеса

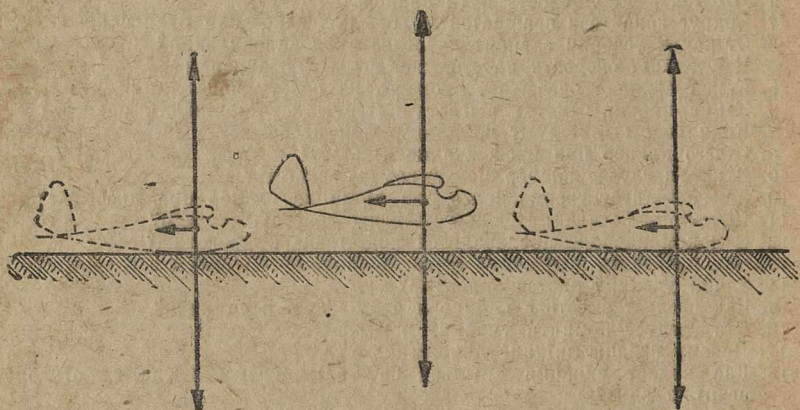


Рис. 109. Соотношение под'емной силы и веса планера на подлетах

планера имеют кривизну, а планер можно считать в это время как бы невесомым, то достаточно небольшой неровности грунта, чтобы, в'ехав на нее кривизной колес или лыжи, планер подпрыгнул вверх и держался бы в воздухе в непосредственной близости земли.

Если вслед за этим амортизатор еще поддерживает скорость планера, при которой под'емная сила и его вес взаимно уравновешены (что может быть по условиям натяжки крайне короткое время), то планер, пролетев короткое время, спустится и снова побежит по земле (рис. 109).

Иная картина получится, если в это время пилот ручкой, резко данной на себя, увеличит угол атаки. Благодаря образовавшейся большей под'емной силе планер взмоет вверх и вследствие большого лобового сопротивления быстро потеряет скорость, которую снова набрать не сможет, так как нехватит высоты. Такой случай на пробегках должен быть исключен.

На практике подогнать натяжку амортизатора, в точности соответствующую такому требованию, чрезвычайно трудно, и планер, подскочив, пока вес его еще полностью не уравновесился под'емной силой, снова касается земли и снова подскакивает.

Таким образом, такие прыжки могут происходить несколько раз в течение одного запуска.

При этих прыжках, так как они кратковременны, планер не успевает изменить значительного своего положения и может садиться с закрепленной ручкой без всякого вмешательства пилота (даже при случайных более интенсивных подлетах, когда высота дает возможность планеру несколько изменить положение и перейти на небольшой угол).

Однако, во всех случаях невмешательства пилота посадка на планере при подлетах происходит, как говорят, на скорости, т. е. касаясь земли (почти в том же положении, которое планер имел до прыжка) лыжей или колесом.

Такая посадка вредна для планера, так как при меньшей скорости посадки планер менее изнашивается. Она безопасна в условиях подлетов на планеродроме, но при планировании планера на любую неподготовленную площадку она может стать опасной, поэтому обычно садятся на меньшей, так называемой посадочной скорости.

Техника правильной посадки вырабатывается не сразу, а постепенно, и подлеты являются к этому одним из подготовительных упражнений.

(Вследствие большой скорости планера на подлетах его рули имеют при отклонениях и большую подъемную силу и поэтому оказывают более быстрое и более значительное действие — становятся, как говорят, более «эффективными», чем при пробежках.)

(**Цель подлетов.** Постепенно, по мере повторения упражнения, подготовить ученика к планирующему полету и привить простейшие навыки для посадки вырабатываемых опытом. Ученик и инструктор должны помнить, что от тщательности этой подготовки зависит дальнейшее обучение.)

Подготовка к подлету. Планер испытывается в пробном полете инструктором. Если при этом в управлении планером обнаружится какая-либо ненормальность, она должна быть устранена. Этот полет производится в начале занятий инструктора с группой.

После этого:

- а) планер осматривается согласно инструкции;
- б) планер ставится строго против ветра;
- в) ученик садится и привязывается; надевается обтекатель;
- г) планер крепится к штопору;
- д) ученик проверяет действие рулей;
- е) надевается кольцо амортизатора;
- ж) группа становится на места и на амортизатор (на первых подлетах по 2 и на последующих по 3 чел. на конец).

По выполнении перечисленного инструктор обязан:

- а) проверить установку и осмотр планера учлетами;
- б) проверить скорость ветра (не выше 2 м/сек и обязательно без порывов — ровный);

в) проверить, свободен ли старт (не только по направлению полета, но и по сторонам);

г) определить по скорости ветра, весу ученика и по летным свойствам планера натяжку амортизатора и равномерность натяжения и углов обоих концов амортизатора;

д) проверить подготовленность ученика;

е) поставить ученику на первых подлетах правильно ручку, на следующих проверить ее положение;

ж) проинструктировать ученика и указывать каждый раз, как исправлять ошибки предыдущего полета.

Выполнение подлетов. (Если ученик точно помнит положение ручки, которое она сохранила при пробежках, он при первых подлетах докладывает об этом инструктору, показывая положение ручки в кабине.) Это облегчит инструктору возможность дать ученику более правильное положение ручки в плоскости «от себя — на себя».

(Ученик обязан сохранять заданное положение ручки, не приближая ее к себе и не отдаляя ее от себя, независимо от тех движений, которые ему придется делать ручкой вправо и влево для управления элеронами.

Независимо от тех давлений, которые ручка будет оказывать на ладонь или на пальцы ученика, ручку надо удерживать в этом положении, чувствуя при этом, как противодействие давлению ручки на ладонь мешает планеру поднять нос вверх и противодействие давлению на пальцы мешает носу планера опуститься.

Лишь в конце подлета ученику разрешается слегка и плавно подтянуть ручку на себя, с тем чтобы планер приближался к земле в конце подлета не с опущенным носом, а с несколько приподнятым.

К этому ученик должен подходить чрезвычайно осторожно и постепенно, так как малейшее превышение степени подтягивания ручки или раннее подтягивание ее может привести к взмыванию планера (угол атаки планера увеличится, и если планер сохраняет еще достаточно скорости, он ползет вверх, после чего начнет терять скорость значительно скорее). (В этом случае ученику, как только он заметит малейшую попытку планера взмыть кверху, необходимо немедленно прекратить подтягивание и не делать никаких движений, ожидая пока планер сам не спарашютирует до земли.)

(Поэтому при выполнении подлета отнюдь не следует торопиться с подтягиванием и бояться опоздать. Пусть лучше планер сядет без всякого подтягивания ручки, чем при ручке, подтянутой слишком рано.)

Основное, что надо постичь ученику на подлетах, — это связь между высотой, положением носа планера и теми минимальными движениями по подтягиванию ручки в конце подлета, которые разрешаются ученику на подлетах.

В последующем (уже на 4-м упражнении) ученик еще лучше поймет технику посадки, заключающуюся в том, что планер по

воле пилота летит над самой землей и хотя постепенно задирает нос, но не взмывает, а медленно теряя скорость и снижаясь, плавно и без толчка, касается земли одновременно колесами и костылем (на 3 точки).

И в авиации и в планеризме посадка считается одним из важнейших разделов программы обучения полетам. По технике посадки судят о технике полета пилотов. Но хорошая техника посадки дается лишь путем методической тренировки.

Тот, кто подходит к отработке техники посадки на подлетах не методически постепенно, несмотря на кажущуюся иногда удачу, немедленно обнаружит это в последующем упражнении, когда переучиваться будет трудно, так как привитые неверные навыки гораздо труднее искоренить, чем выучиться заново.

Следя за этой основной задачей упражнения, ученик не должен забывать и о других.

Крены на подлетах выравниваются легче, чем на пробежках, — меньшими и еще более плавными движениями ручки вправо и влево, так как скорость планера больше и так как планер, лишенный опоры о землю, действует центром своей тяжести на крылья, как маятник, помогая выравниванию.

Вследствие этого незначительные отклонения концов крыльев вниз или вверх часто сами собой пропадают.

Скорость ученик должен чувствовать по противодействию ручки. Раз она противодействует, следовательно, скорость есть, и планер слушается.)

Отнюдь не следует напрягаться в стремлении поймать и не опоздать в ответе на крен. Таких кренов в подлете много быть не может. При правильном запуске планера попеременное появление 2—3 кренов свидетельствует о том, что ученик сам раскачал планер и что один или два из них созданы не планером, а учеником.

Точно так же управление ногами рулем направления требует значительно меньших отклонений педали. Правильно запущенный планер при закрепленных педалях сам никогда не отклонится в сторону.

Поэтому при подлетах отнюдь не надо думать, что планер требует немедленной быстрой работы всеми рулями и элеронами. Наоборот, от ученика больше требуется, чтобы он не мешал полету планера. Более того — движения ручкой «от себя — на себя» даже запрещаются ученику и разрешаются лишь в самом конце полета.

Не проявляя какой бы то ни было торопливости, несмотря на кратковременность подлета, ученик всегда успевает разобраться в обстановке и спокойно ответить быть может на один крен и на одно отклонение планера в сторону. Это не значит, что движения элеронами и рулем являются неважными элементами упражнения. Наоборот — кончая подлеты, ученик должен верно и своевременно реагировать на крены и хорошо держать направление. Без этого он не может быть допу-

щен к полетам по прямой (упражнение 4). Инструктор не вправе переводить на следующее упражнение ученика, не освоившего как следует умения своевременно убирать крены и выдерживать направление.

Часто, сделав какую-либо ошибку на первом полете, например, не убрав во-время крен или не выдержав направления, ученик на следующем полете начинает энергично работать рулями, отчего результат обычно бывает еще хуже.

(Подлет — это уже настоящий полет. Он не всегда удается сразу, особенно тому, кто думает, что это очень сложная вещь и кто стремится обязательно что-то делать даже тогда, когда в этом нет необходимости. Такому ученику нужно просто более положиться на планер.

Следовательно, лучше сделать меньше движений, чем сделать лишнее.)

Зная, что на полете дается большая натяжка амортизатора, и боясь толчка, ученик часто отводит голову и корпус вперед. На самом деле, если б натяжка была даже вдвое больше, такого толчка произойти не может. Ученик обязан поэтому сидеть также спокойно и удобно, как и на пробежках, не изменяя своего положения даже при нажиге на ручку самопуска, после которого левая рука должна быть спокойно положена на левое колено, а не на борт, за который многие ученики стараются держаться. Борт хрупкого обтекателя значительно более шаткая опора, чем спокойное состояние самого ученика, тем более если ученик сам не сделает немедленного неправильного движения, ничего опасного произойти не может.

Поскольку полдет есть уже полет, требования высокой дисциплины и выдержки, которые необходимы при всяком упражнении, в нем особенно повышаются. Поэтому никакие отступления от установленных правил и порядка недопустимы. Мало того, все, что способно отвлечь внимание ученика от выполнения полета, должно быть исключено. Никакие разговоры его с кем бы то ни было (за исключением инструктора) с того момента, как ученик сел в кабину, не разрешаются.

Сделав посадку, ученик остается в кабине до тех пор, пока не подойдет группа. После этого он докладывает инструктору о своих ошибках и выслушивает и запоминает его поправки и указания и наблюдает за выполнением подлетов и за ошибками других учеников.

До доклада инструктору и получения от него объяснений никакие разговоры ученика с товарищами о полете не допускаются.

Часто, если подлеты проходят успешно, после нескольких их повторений ученик начинает думать, что им постигнута уже вся техника полета. Нет ничего плохого и даже хорошо, если в ученике развивается уверенность в себе, но если она превратится в излишнюю самоуверенность, когда ученик считает, что теперь ему «и море по колено» — ничего хорошего не получится, тем более что на подлетах ученик приобретает навык в большей степени не мешать машине, чем искусство ею управлять.

К подлетам ученик подготавливается постепенно, переходя к ним от пробежки, постепенным увеличением натяжки амортизатора или постепенным переходом на крайне пологий склон. Давая ученику на каждом занятии первый подлет, инструктор должен рассчитать натяжку на пробежку и только от этой натяжки на следующем подлете этого ученика слегка, если нужно, увеличивать натяжку, пока не установит точной натяжки на подлеты. Если ученик совершил не менее 4—5 подлетов подряд без ошибок, можно его перевести на следующее упражнение, для этого в общей сложности потребуется не менее 15—20 подлетов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что происходит с планером при подлетах?
2. Почему, если подъемная сила и вес планера уравновешены, достаточно снизу малейшего толчка, чтобы вызвать подлет?
3. Что будет, если на подлете увеличить угол атаки?
4. Может ли быть длительным период (на подлете), во время которого подъемная сила планера и его вес уравновешены, и отчего это зависит?
5. Что называется посадкой на скорости и чем она вредна?
6. Что называется посадкой на три точки и чем она лучше посадки «на скорость»?
7. Каков порядок подготовки к подлету?
8. Что надо доложить инструктору перед первым подлетом?
9. Какова цель подлета?
10. Какое требование в подлете является основным?
11. Зачем в конце подлета требуется слегка подтягивать ручку на себя и почему именно слегка?
12. Как надо подходить к выполнению этого подтягивания?
13. Почему на подлетах рули действуют более интенсивно, чем на пробежках, и что это значит?
14. Какой отсюда следует вывод при пилютировании планера на подлетах по сравнению с пробежками?
15. Что надо делать ученику, если планер на подлете взмост?
16. Что значит раскачать машину и как этого избежать?
17. Почему лучше делать меньше движений, чем делать лишние?
18. Что ученик должен сделать после посадки?

Глава 18

ПОЛЕТ ПО ПРЯМОЙ

(4-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Силы, действующие на планер на взлете. Основное условие взлета планера — скорость, достаточная для возникновения подъемной силы большей, чем вес планера.

Большинство профилей имеет подъемную силу, начиная с углов атаки 0° или даже меньше ($-7^\circ, -8^\circ$). По мере увеличения угла атаки профиля, примерно до 15° — 17° , величина его подъемной силы возрастает.

Профиль планеров УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2 имеет подъемную силу, правда, еще очень незначительную, уже на угле атаки, равном 0° . Это значит, что если бы мы дали планеру большую скорость, то он мог бы оторваться даже при угле атаки, равном нулю, т. е. без всякого угла плоскости крыльев по отношению к встречному потоку воздуха.

Однако, нам важно, чтобы взлет производился при наименьшей затрате сил запускающих и при наименьшей скорости планера.

Предположим, что планер, планируя на угле атаки 3° , снижается в секунду на 1 м, а при всех прочих углах (и больше и меньше 3°) он в секунду снижается на большее расстояние — иначе говоря, угол атаки 3° соответствует наименьшей скорости снижения этого планера.

Это значит, что если бы мы тянули в неподвижном потоке планер в этом положении его угла атаки (3°), то мы для поддержания планера затратили бы и наименьшую мощность, так как на всяком другом угле атаки планер стремился бы быстрее проваливаться.

Следовательно, наименьшую затрату усилий или, как говорят, мощности на подъем планера мы произведем в том случае, если

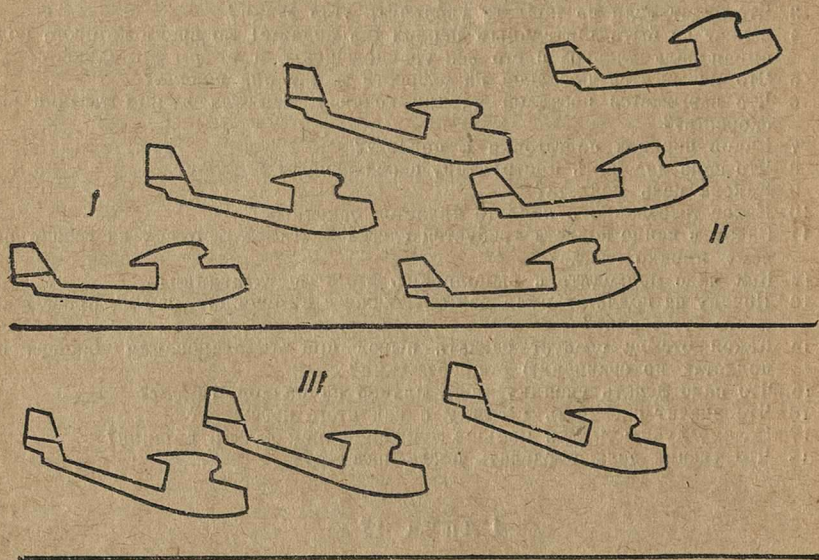


Рис. 110. Три случая взлета: I—нормальный, II—на увеличенных углах и III—на уменьшенных углах атаки

будем его запускать на угле атаки, соответствующем его наименьшей скорости снижения.

Такой взлет условимся называть нормальным (рис. 110).

Однако возможен взлет и на значительно меньших и больших углах атаки. Взлет на малых углах атаки происходит вследствие малого лобового сопротивления на этих углах с большой скоростью, а из-за малой подъемной силы — на небольшую высоту, вследствие чего такие взлеты не практикуются.

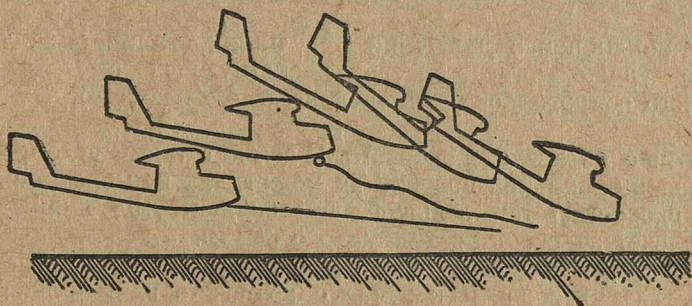
Взлеты на больших углах атаки, благодаря большой подъемной силе (если угол атаки не перешел за пределы, за которыми подъемная сила падает), дают большую высоту взлета, но связаны с большим лобовым сопротивлением, а следовательно, и с незначительной скоростью. Это вызывает необходимость, достигнув высоты, быстро перевести планер на угол планирования, а при опоздании этого перевода или при преждевременной отцепке

амортизатора — угрожает потерей скорости. По этой причине такие взлеты полетными правилами запрещены.

Итак, правильным взлетом является взлет на средних углах атаки и наиболее правильным — взлет на угле, соответствующем скорости наименьшего снижения планера, на так называемой экономической скорости.

На планер при взлете действуют сила натяжения амортизатора, сила тяжести планера и силы — подъемная и лобового сопротивления. При установившемся движении взлета равнодействующая первых двух сил уравнивается равнодействующей вторых сил.

В момент спадения амортизатора, его работу вынужден выполнять планер сам за счет той энергии, которая ему сообщена амортизатором. Эту энергию планер очень быстро истрачивает на продолжающийся короткое время подъем и лобовое сопротивление. Скорость планера в направлении взлета быстро уменьшается,



Р и с. 111. Последствия позднего перевода планера на угол планирования

и если держать планер в этом же положении, он неминуемо потеряет скорость и начнет падать носом вниз (так как центр тяжести планера находится впереди).

Если пилот захочет его в это время перевести на угол планирования, то планер послушается не сразу, а только тогда, когда скорость падения его носом вниз достигнет той скорости, которая необходима для создания достаточной подъемной силы у руля высоты. Следовательно, планер некоторое время будет продолжать падать носом вниз или, как говорят, пикировать, а потом постепенно начнет выравниваться, пока не станет на угол планирования, данный пилотом (рис. 111).

Однако, на этот выход может не хватить высоты, и тогда планер неминуемо врежется в землю.

Отсюда ясно, какое значение имеет своевременный перевод планера на угол планирования.

Планирование. Планирование (см. теорет. основы полета) также возможно на различных углах атаки. Наиболее правильным углом планирования является угол,

на котором планер имеет наибольшее качество, что обеспечивает и наибольшую дальность.

При парении в восходящем потоке более правильно лететь на угле атаки, соответствующем наименьшей скорости снижения, так как при этом для подъема планера требуется и наименьшая мощность восходящего потока. Если, не выходя из восходящего потока, пилот имеет задачей потерять наименьшую высоту, ему следует продолжать летать на этом же угле атаки. Если же пилот по выходе из потока летит в расчете на наибольшую дальность, ему следует лететь на угле наибольшего качества.

Полет на всех углах атаки, больших чем угол наибольшего качества, дает больший угол планирования и меньшую скорость планера. Однако, увеличению угла атаки при планировании имеется предел, за которым наступает потеря скорости. Чем ближе планер к этому пределу, тем больше он парашютирует (см. теорет. основы полета).

Полет на углах атаки, меньших чем угол наибольшего качества, дает также большие углы планирования, но и большую скорость.

В установившемся движении при планировании сила тяжести планера уравнивается равнодействующей сил — подъемной и лобового сопротивления (см. теорет. основы полета).

Понятие о посадочной скорости. К земле с таким углом, как при планировании, планер подойти не может, так как врежется в землю со скоростью тем большей, чем больше угол планирования, что повлечет за собой резкий удар о землю.

При подходе к земле большая скорость становится опасной, поэтому важно подойти к земле с возможно наименьшей скоростью. Важно также насколько возможно смягчить удар планера о землю, т. е. чтобы момент касания планером земли не действовал бы разрушительно на планер. И, наконец, не менее важно сократить пробег планера после посадки.

При касании земли для уменьшения скорости и дальности пробега планера по земле надо создать максимально возможный тормоз. Для этого, помимо лобового сопротивления большого угла атаки крыла и всего планера, тормозом должны служить 3 точки его колес и костыля, которыми планер должен коснуться земли одновременно. Следовательно, посадочной скоростью называется наименьшая скорость планирования планера на больших углах атаки, при которой планер подходит к земле, касаясь ее всеми опорными точками своего шасси (колеса и костыль, или лыжа и костыль).

Естественно, что малейшее дальнейшее уменьшение скорости планера поведет к потере скорости и падению планера. Поэтому даже исключительно искусному пилоту не удастся вести весь полет планера на посадочной скорости и переход к ней допустим только на расстоянии $1-1\frac{1}{2}$ м от земли, когда потеря скорости менее опасна, так как планер в этом случае не успеет опуститься настолько низко и произойдет лишь удар (всегда вредно, а иногда и разрушительно действующий на планер).

Выравнивание и выдерживание планера над землей. Следовательно, планируя до высоты, на которой планер может быть безопасно переведен на посадочную скорость, необходимо постепенно увеличивать угол атаки и уменьшать угол планирования с тем, чтобы коснуться земли на посадочной скорости.

Дав планеру сразу угол атаки, соответствующий углу атаки для посадочной скорости, мы бы ее не получили, так как скорость планера еще велика, а так как и угол атаки стал большим, планер взмоет вверх и при этом быстро потеряет скорость.

Поэтому переход на большой угол атаки должен производиться постепенно, по мере того как планер теряет скорость.

Этот прием и носит название выдерживания, во время которого планер, выйдя из угла планирования, летит параллельно или почти параллельно земле и по мере уменьшения скорости увеличивает угол атаки: чем больше скорость планера при планировании, тем этот путь планера над землей длиннее. Если это увеличение угла атаки не будет соответствовать уменьшению скорости и угол атаки будет дан слишком большой, планер взмоет с быстрой потерей скорости, а в случае если будет дан меньший угол атаки, планер снизится, но подойдет к земле или с углом, или на большой скорости и во всяком случае сядет не на три точки (такая посадка носит название — посадки на скорости)

(Цель полета по прямой — научить ученика производить правильный взлет и переход на угол планирования, планировать и выполнять правильную посадку.)

Подготовка к полету по прямой. Планер должен быть испытан инструктором, который, начиная в этот день занятия с группой, должен произвести пробный полет по прямой. Если планер имеет тенденцию задираться, клевать носом, крениться или заворачивать, то до устранения этих дефектов он к полетам на нем учеников не допускается. Это следует особо строго соблюдать. Дальнейший (порядок подготовки обычный:

- а) планер осматривается согласно инструкции;
- б) ставится строго против ветра;
- в) ученик садится и привязывается;
- г) планер крепится к штопору;
- д) ученик проверяет действие рулей;
- е) надевается кольцо амортизатора;
- ж) группа становится на места и на амортизатор (по 3 и лишь при особых условиях, например штиль, старый амортизатор и т. п., — по 4 человека).

Инструктор также бывает обязан:

- а) проверить установку и осмотр планера;
- б) промерить скорость ветра (ветер ровный, без прорывов, не выше на первых полетах ученика 3 м/сек и на последних — 7 м/сек);
- в) проверить, свободен ли старт как в направлении полета, так и по сторонам;

г) определить натяжку амортизатора в зависимости от скорости ветра, веса ученика и качеств планера. Промерить равномерность натяжки обоих концов амортизатора;

д) проверить подготовленность ученика;

е) проинструктировать ученика перед первым полетом, указать на положение обтекателя, при взлете и при планировании, на размер отклонения ручки для перевода на эти углы, начиная перевод в горизонтальное положение тотчас же, как только планер оторвется от земли. В дальнейшем указать, как исправить ошибки предыдущего полета.

Выполнение полета по прямой складывается из выполнения отдельных разделов полета в порядке их последовательности — разбега, взлета и посадки.

Взлет и перевод планера на угол планирования. Взлет планера в этом случае ничем не отличается от взлета при подлетах. Задача ученика заключается в том, чтобы удерживать планер в правильном положении, отнюдь не передирая носа ручкой и сохраняя его направление ногами, к чему у ученика должны быть достаточные навыки, усвоенные в предыдущем упражнении.

Ученик особенно должен учитывать, что руль высоты чрезвычайно чутко и реагирует на малейшее отклонение от себя и на себя, тем более что скорость на натяжках для полетов по прямой еще больше, чем при подлетах, и быстро нарастает по мере разбега.

Инструктор должен указать ученику положение обтекателя на взлете. Этому положению ученик должен точно придерживаться, не передирая нос планера подпусканием ручки к себе и не прижимая нос планера вниз нажимом на ручку от себя.

(На первых полетах, как только планер оторвался от земли, ученик должен немедленно придать ему горизонтальное положение и, не задерживая его в этом положении, перевести планер на тот угол планирования, который указан ему инструктором.

По мере того, как ученик научится определять момент спадения амортизатора, перевод на горизонтальное положение и угол планирования он может делать перед этим спадением, а потом и тотчас после спадения, но отнюдь не позже, так как быстро приближается опасность потери скорости (рис. 110).

Как правило, при всех этих приемах ученик должен чувствовать давление ручки, как признак того, что скорость еще есть, и не допускать уменьшения противодействия ручки.

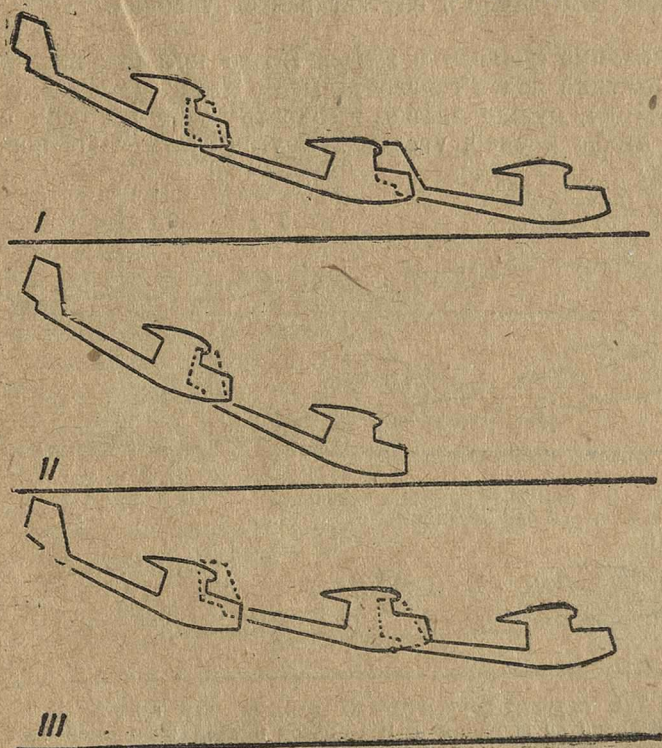
(Когда техника взлета планера будет учеником усвоена и высота запуска будет увеличена, его задача будет заключаться в правильном выдерживании угла планирования.)

(Запомнив угол (по обстановке и наклону верхней крышки обтекателя), данный ему инструктором, ученик должен помимо этого запомнить и шум от ветра и ощущение обдувания лица, соответствовавшие скорости заданного ученику угла планирования.

Запомнив этот угол, ученик во время полетов не должен его нащупывать, меняя в полете, а сразу переводить планер на определенный угол и держать его до тех пор, пока не наступит время

для выравнивания. Первые полеты по прямой следует производить при небольшом и одинаковой силы ветре. При последующих полетах ученик должен учитывать, что более сильный ветер, при том же угле планирования, заставит планер сесть ближе, и угол планирования будет казаться больше.

Выравнивание. Выравнивание производится примерно на высоте $1\frac{1}{2}$ м, точное определение этого момента дается только практикой. В освоении момента перехода от планирования к выравниванию ученик должен идти от навыков, приобретенных на под-



Р и с. 112. Три случая выравнивания: I—нормальное, II—позднее и III—раннее

летах, т. е. он должен поставить планер в то же положение и на такой же высоте, в каком планер был на подлетах.

От этого опыта ученик не должен отходить, помня, что слишком раннее выравнивание ведет к тому, что машина окажется «подвешенной», т. е. в положении, при котором приобретает скорость ниже посадочной, начнет быстро парашютировать и или ударится о землю колесами с «плюхом», или, если высота для этого достаточна — врежется в землю носом. Слишком же позднее выравнивание заставит планер сесть иногда с прыжками или, как говорят, с «козлами», «на скорости» или, в худшем случае,

также заставит его удариться носом о землю) (рис. 112). Лишь по мере того, как ученик освоит технику посадки, идя от опыта полетов, он, пользуясь указаниями инструктора, может отшлифовать, т. е. улавливать еще более точно момент, когда следует переводить планер из угла планирования на выдерживание планера над землей.

Самый перевод планера из режима планирующего полета в режим больших углов атаки — выдерживания над землей — должен быть во всех случаях плавным, ручку надо выбирать постепенно и все время следить за землей. Резкое выравнивание вызовет немедленное взмывание и спутает расчет ученика.

Выдерживание планера у земли. (После того как планер выведен в положение почти горизонтального полета (примерно на высоте $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ м), нужно плавно выбирать ручку на себя с таким расчетом, чтобы планер, увеличивая угол атаки, т. е. постепенно

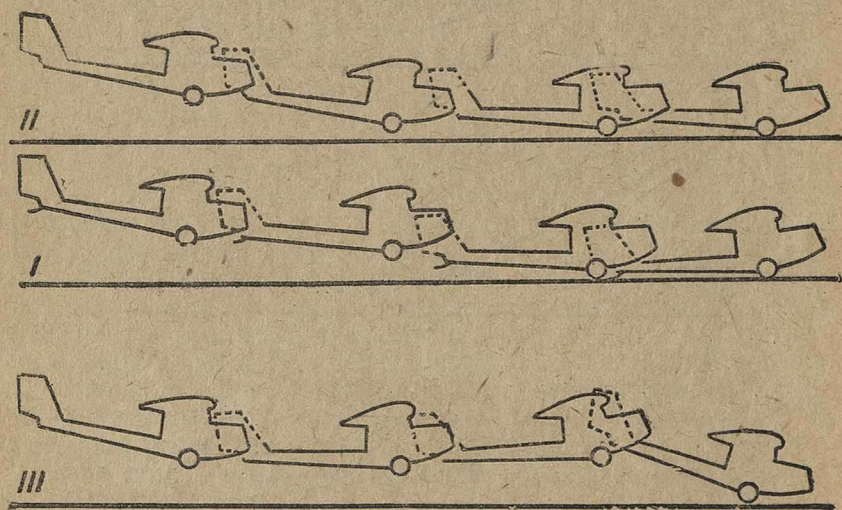


Рис. 113. Три случая выдерживания планера над землей: I—правильное, II—подвод планера на скорости и III—подвод планера к земле со слишком ранней потерей скорости

повышая нос, не взлетал кверху, а, медленно опускаясь, достиг бы земли в таком положении носа, какое он имел при стоянке на земле и при котором он ее коснется тремя точками сразу (рис. 113).

При этом ученик должен научиться чувствовать, как соответственно угасанию скорости, по мере выбора ручки на себя, противодействие ее руке пилота становится все меньше и только уже на земле (но отнюдь не в воздухе) совершенно исчезает в положении ручки, близком к отказу.)

Однако, такая посадка дается не сразу, тем более что ее правильность зависит от того, насколько правильно выполнены планирование и выравнивание. Переход к ней должен опять-таки

вытекать из опыта пробежек, т. е. ученик сначала повторяет то, что он привык делать при пробежках, и только постепенно уточняя и развивая технику выдерживания, отшлифовывает приземление.

(При выдерживании не надо забывать и о ветре. Сильный ветер сокращает выдерживание, при штиле оно значительно дольше. Порыв при выдерживании способен заставить машину взмыть, в этом случае плавным, соответствующим порыву, нажимом на ручку надо заставить планер сохранять то же положение фюзеляжа, что и до порыва, и не дать ему задрать носа. После этого следует снова подводить планер к земле нормально.)

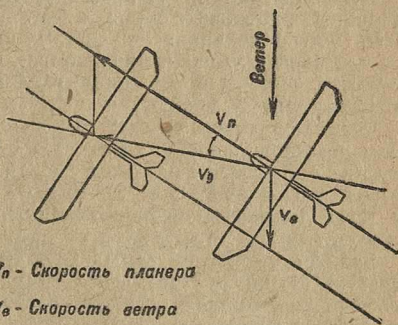
Крены, отклонения и сносы. Эти главные элементы полета по прямой не должны отвлекать внимания ученика от борьбы с креном и от правильного выдерживания направления. Очень важно, чтобы умение справляться с кренами и выдерживать направление было бы уже в достаточной степени усвоено учеником на подлетах, и, как правило, инструктор не должен переводить на полет по прямой ученика, еще не справляющегося с этими элементами полета. Но спешить и рядом случается, что ученик забывает о кренах и начинает убирать крен только тогда, когда его заметит. Поэтому ученик должен выработать в себе привычку, переходящую в инстинкт — не мириться с неправильным положением машины и всегда контролировать, правильно ли положение крыльев и верха обтекателя относительно горизонта.

(Если ученик упустит направление, и планер станет лететь не прямо против ветра, а под некоторым углом к нему (рис. 114), то ветер начнет сносить планер в сторону. Снос может быть и при правильном направлении планера, если у планера есть крен.

Заметив снос, ученик должен немедленно проверить, нет ли крена, и если он есть, его убрать. Если же снос произошел от изменения направления планера, ученик должен, действуя рулем поворота (ногами), поставить планер на правильный курс.)

(Но если снос от неправильного направления образовался у земли, то бороться рулем поворота с ним уже нельзя, так как хотя планер и станет в правильное положение, но земли коснется, еще двигаясь по инерции в сторону, что может вызвать поломку.

В этом случае надо дать небольшой (в зависимости от сноса) крен в сторону, откуда дует ветер, и дать обратную ногу (если крен правый — нога левая), а при выравнивании следует крен убрать и отнюдь не разворачивать планер против ветра и, даже более того, перед самым касанием земли дать ногу в сторону,



V_n - Скорость планера

V_w - Скорость ветра

V_p - Действительная скорость

Рис. 114. Снос и параллелограмм сил, действующих на планер при снесе

куда сносит. Только при этом условии колеса встретят землю не боком, что вызвало бы поломку, а в направлении их плоскости.

В этом случае к концу пробега планера по земле ученик должен держать ручку в сторону, откуда дует ветер, чтобы положить крыло именно с этой стороны; иначе возможен поддув ветра под крыло и опрокидывание планера ветром. Но в тот момент, когда крыло касается земли, ручка должна быть отдана в сторону этого же крыла, чтобы под емом элерона предотвратить его поломку о землю. На полетах по прямой ученик должен закрепить привычку смотреть с левой стороны вперед метров на 10 и на 15° — 20° в сторону.

Во всех случаях, закончив полет, ученик остается в планере до прихода группы.)

Полет по прямой (так же, как и предшествовавшее ему 3-е упражнение) является подготовительным к 5-му упражнению — развороты на 45° и должен быть освоен учеником полностью, иначе инструктор не вправе его переводить на следующее упражнение, которое нечего и думать начинать, если у ученика имеются ошибки в держании угла планирования, в переводе на углы выдерживания или в посадке.

Полеты по прямой могут производиться и на ровной местности и со склона. При наличии ровной местности строжайше воспрещается добиваться большей высоты запуска и большей дальности за счет увеличения натяжения амортизатора. Запуск ученика с горы должен производиться только при условии постепенного повышения старта.

Являясь одним из самых сложных упражнений, полет ученика по прямой требует от инструктора особо внимательного подхода к ученику и подробного объяснения каждого приема, показа каждого положения на земле — путем наклона планера, установки ручки, показа ее плавных движений, и в воздухе — путем показного полета.

Общее число натяжек дается не менее 25. Перевод на следующее упражнение допускается только при условии выполнения учеником без ошибок не менее 6—7 полетов по прямой подряд.

Полет по прямой заканчивает программу обучения I ступени. Успешно закончивший эту программу имеет все шансы к дальнейшей успешной летной учебе, если настойчиво и методически будет вести свою тренировку.)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что значит взлетать на разных углах атаки?
2. Чем характерны взлеты: а) на малых углах, б) на экономическом (наименьшего снижения), в) на больших?
3. Опишите последовательно правильный взлет.
4. Почему правильным следует считать взлет планера на угле атаки, соответствующем скорости наименьшего снижения?
5. Чем неправильны взлеты на больших углах атаки?
6. Что такое перевод планера на угол планирования, какие силы действуют на него в момент после освобождения амортизатора и каков запас его энергии?
7. Почему перевод планера на угол планирования должен быть строго и с запасом своевременен?
8. На каком угле атаки следует планировать?
9. Увеличивается ли скорость при углах атаки, больших чем угол атаки наибольшего качества?
10. Какие имеются требования к скорости и положению планера при подходе к земле и чем они вызываются?
11. Что такое посадочная скорость?

12. Что произойдет, если планер подойдет к земле на скорости меньше посадочной и больше посадочной?
13. От чего зависит расстояние, пролетаемое планером при выдерживании его над землей?
14. Что может произойти при раннем выравнивании?
15. Что может произойти при позднем выравнивании?
16. Какова цель полетов по прямой?
17. Каков порядок подготовки к полетам по прямой?
18. Почему нельзя давать планеру передирать на взлете нос и как с этим бороться?
19. Когда следует переводить планер на угол планирования?
20. Как следует добиваться выдерживания правильного угла?
21. Как изменяет картину планирования ветер?
22. Как следует выравнивать планер?
23. Что называется выдерживанием планера, какова его цель и как оно производится?
24. От каких причин может произойти снос?
25. Как бороться и в каких случаях со сносом?
26. Что необходимо сделать при сносе в момент посадки и после нее?

Глава 19

РАЗВОРОТЫ НА 45°

(5-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Силы, действующие на планер при разворотах и виражах. Представим себе, что планер летит не по прямой, а снижаясь, описывает круг около отвесной прямой, находящейся от планера в некотором отдалении. Смотря на этот путь планера сверху, увидим схему, изображенную на рис. 115.

Как мы видим, внутреннее крыло *A* и внешнее крыло *B* проходят в одно и то же время круговой путь разной длины. Внутренний круг, если его разорвать и выпрямить, значительно короче внешнего круга.

Следовательно, и скорость внутреннего крыла значительно меньшая, чем у внешнего, а поскольку от скорости пропорционально ей зависит и подъемная сила, то подъемная сила внешнего крыла будет больше, чем подъемная сила внутреннего крыла. Вследствие этого, как только начнется движение планера по этому кругу, внешнее крыло должно подниматься больше, чем внутреннее.

Помимо этого, на планер действует также и центробежная сила. Как мы знаем из физики, центробежная сила возникает при вращении любого тела, она стремится отклонить направление движения этого тела и из вращательного превратить его в движение по прямой.

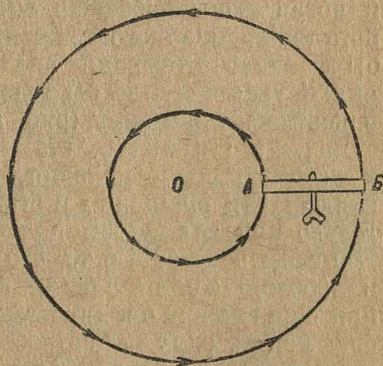


Рис. 115. Пути правого и левого крыла на развороте и на спирали

Чем больше скорость вращения, тем в большей степени (в квадрате) возрастает и центробежная сила, чем больше масса тела, тем также больше и центробежная сила и, наконец, чем меньше радиус круга, тем больше (при той же окружной скорости) и центробежная сила. Следовательно, центробежная сила действует на планер, стараясь сместить его за пределы круга вращения.

Таким образом, при установившемся криволинейном движении планера на него действуют: сила тяжести G и центробежная сила Q и, помимо этого, подъемная сила и сила лобового сопротивления.

Так как мы знаем, что планирование возможно при условии, что сила тяжести планера уравновешивается равнодействующей сил подъемной и лобового сопротивления, а теперь появилась еще

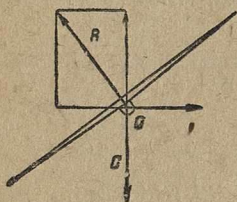


Рис. 116. Силы, действующие на планер при развороте

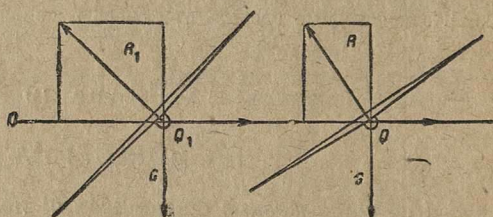


Рис. 117. Зависимость крена от радиуса разворота. Оба планера совершают разворот вокруг точки O (слева)

и новая — центробежная сила, то, следовательно, для равномерного криволинейного движения планера по кругу необходимо, чтобы равнодействующая сил подъемной и лобового сопротивления R уравновесила бы теперь две силы — силу тяжести планера и центробежную силу (рис. 116).

Из рис. 116 видно, что равнодействующая R подъемной силы и лобового сопротивления должна быть направлена под углом к плоскости вращения в сторону его центра, что также возможно только при наклонном положении аппарата.

Отсюда ясно еще и то, что равнодействующая R подъемной силы и лобового сопротивления должна быть несколько больше, чем при нормальном планировании, так как она должна уравновесить еще новую силу — центробежную; следовательно, на разворотах подъемная сила аппарата должна быть увеличена за счет несколько большей скорости.

Ясно отсюда также и то, что если при этом вращении поставить крылья планера горизонтально, то, так как в этом случае равнодействующая подъемной силы и лобового сопротивления примет вертикальное направление, центробежная сила (ничем не уравновешенная) заставит планер выйти из круга).

Чем больше окружная скорость планера и чем меньше радиус вращения, тем больше центробежная сила, но так как при этом сила тяжести планера остается одной и той же, то равнодействующая R , для того чтобы их уравновесить, должна принять более наклонное положение и должна быть больше (рис. 117).

Следовательно, чем больше скорость движения планера по кругу и чем меньше радиус вращения, тем крен на разворотах должен быть больше.

Каждому определенному радиусу разворота при одной и той же скорости и каждой определенной скорости при одном и том же радиусе соответствует определенный крен планера.

Предположим теперь, что разворот происходит при ветре. В тот момент, когда ветер окажется со стороны поднятого крыла, обтекание его потоком будет значительно более полное, чем обтекание опущенного крыла, находящегося в так называемой аэродинамической тени фюзеляжа, и планер будет стремиться к большему крену. Если в этом случае планер будет входить в разворот, он будет легко поддаваться действию пилота, и потребует сплошь и рядом даже противодействия пилота, так как крен не должен увеличиваться сверх требуемого при данном радиусе разворота.

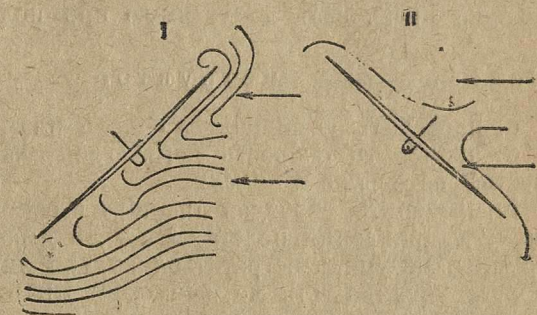


Рис. 118. Разница в действии ветра над и под крылом

В этом же случае при выводе планера из разворота планер будет выходить из крена с трудом и будет противиться воле пилота (рис. 118-I).

Другое дело, если планер станет к ветру опущенным крылом (рис. 118-II). Оба крыла обтекаются потоком одинаково, а фюзеляж, находясь почти в центре завихренной части под планером, значительного влияния на разворот не окажет.

Цель упражнения в развороте на 45° — научить ученика правильно вводить планер в разворот и выходить из разворота снова на прямую по основному направлению планера.)

Подготовка к развороту. (Разворот можно производить там, где позволяет местность. Если для полетов по прямой безразлично, имеется ли склон, или нет, то для выполнения разворотов наличие склона обязательно. Высота склона должна быть не ниже 20 м над точкой, где производится посадка, при условии пригодности планеродрома во всех отношениях.)

Инструктор должен учитывать, проходил ли ученик предыдущее упражнение со склона, или нет. В последнем случае, перед тем как пустить ученика в полет на развороты на 45° , ученику дается со склона (начиная снизу с постепенным повышением)

несколько (5—6) полетов по прямой и, если все они безошибочны, с ним можно начинать развороты.

Так же как и перед занятиями по полетам по прямой, планер, перед тем как ученик начнет заниматься на нем, должен быть испытан инструктором в показательном полете. (В остальном подготовка та же:

- а) планер осматривается согласно инструкции;
- б) планер устанавливается строго против ветра;
- в) ученик садится и привязывается;
- г) планер крепится к штуртору;
- д) ученик проверяет действие рулей;
- е) надевается амортизатор;
- ж) группа становится на места и на амортизатор (натяжка не должна превышать допустимую при полетах по прямой).

Обязанности инструктора:

- а) проверить установку и осмотр планера;
- б) промерить скорость ветра (допускается ровный ветер скоростью не выше 4 м/сек);
- в) проверить, свободен ли старт в секторе на 60° вправо и влево от направления полета, и нет ли в воздухе планеров соседней группы, могущих встретиться вблизи линии полета и места разворота ученика или не выпускает ли эта группа ученика одновременно и близко от линии полета;
- г) определить натяжку амортизатора по ветру, весу ученика и по планеру;
- д) проверить подготовленность ученика;
- е) проинструктировать ученика, обращая особое внимание на координированные движения ручкой и педалью, показать эти движения; предупредить о действии на разворот ветра и о необходимом перед разворотом добавлении скорости. Показывать, как и в каких пределах следует убирать на развороте ногу для замедления ускорения вращения планера и положение капота, ручки и педали на выводе из разворота. В дальнейшем пояснять ошибки.)

Выполнение разворота на 45°. Разворот можно начинать только с того момента, когда планер перешел в установившееся планирование. Ввод планера в разворот производится одновременным и плавным движением ручки и ноги в ту же сторону, при этом планер, входя в крен, изменяет направление. При разворотах крен допускается под углом не выше 10°, вполне ощущаемый зрительно и всем телом пилота.

Послушание планера, принявшего крен, и ощущение нового направления и крена самим учеником служат признаком, что планер уже в развороте и его надо в этом положении слегка задерживать. Если при этом крен продолжается, несмотря на остановленную уже ручку, с креном приходится бороться и отводить ручку в обратную сторону (действие ветра на поднятое крыло). Если замечается ускорение вращения машины, следует плавно убрать

ногу или даже дать обратную до тех пор, пока ускорение не прекращается.

Вывод из разворота производится плавным, преодолевающим сопротивление элеронов, движением ручки в обратную сторону с одновременным, постепенным убиранием ноги.)

(При всяком развороте нос планера должен следовать строго параллельно горизонту и двигаться равномерно) (см. развороты на 90°).

К разворотам на 45° следует подходить постепенно, последовательно доводя в первых 3-4 разворотах отклонения до 45° .

(Выполняя разворот, ученик перед самым разворотом должен несколько увеличить скорость, но не упускать угла планирования в последующем, и всегда помнить о запасе имеющейся у него высоты и скорости с тем, чтобы после последнего разворота успеть выйти на прямую против ветра и правильно совершить посадку.

Точно так же, закончив один разворот, нельзя сразу переходить в другой, а нужно сперва снова установить планер в положение планирующего полета, проверить угол планирования, осмотреться в отношении ориентира и высоты и после этого уже начинать следующий разворот. При выводе из разворота обязательно следить, не передирается ли нос планера.

Особенно следует следить за тем, чтобы не передавать крена, не передавать ноги и не опаздывать с прекращением крена и убиранием ноги. Во всех случаях крен на этом упражнении не должен превышать 10° .

Крен должен во всех случаях создаваться и убираться движениями плавно идущей ручки, а не по разделениям отдельными порциями крена.

При тенденции машины увеличивать крен, движение ручкой должно быть ровно такое, при котором крен не увеличивается более того, чем нужно. Часто, однако, ученик, борясь с этим увеличением, убирает даже нужный крен. Планер, войдя в один крен, затем его уменьшает. Это непостоянство крена должно быть изжито учеником тем, что он, противодействуя вваливанию планера в крен, научиться во-время останавливать и уже держать планер в этом крене, поддерживая его обратным давлением (к середине) на ручку.

Часто встречающаяся у учеников боязнь кренов приводит к тому, что они пытаются развернуться одной ногой. Следует помнить, что крен в допустимых и нужных пределах никогда не опасен, а от передачи ноги может получиться больше неприятных последствий, чем от передачи крена; поэтому эту боязнь необходимо перебороть и помнить, что без освоения правильного применения на развороте крена и ноги невозможно выполнение всех остальных упражнений курса.

Подготавливая ученика к полетам с разворотами на 45° и исправляя в последующем его ошибки, инструктор должен знать, что трудности в усвоении учеником разворотов происходят часто от непонимания его техники и тех объяснений, которые им даются.

Эти объяснения следует давать не в форме указаний: «выводите из крена» или «поддерживайте крен», а в форме практического показа движений на

земле в кабине, создав какую-либо полетную обстановку, например правый разворот, и последовательно показывая движения и одновременное изменение положений планера.

Не следует торопиться в даче ученику задания на точное выполнение. всего задания, т. е. разворота на 45° , а подводить его к нему постепенно, но требуя зато одновременно строжайшего соблюдения всех остальных элементов полета — планирования с правильным углом, правильного взлета, правильного выхода на посадку и т. д.

Только отшлифовав таким образом весь полет ученика и добившись от него уверенного и точного выполнения разворотов, инструктор вправе перевести ученика на следующее упражнение. Для этого потребуется не меньше 6—8 полетов с разворотами на 45° , из которых последние три должны быть выполнены безукоризненно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие силы действуют на планер при развороте?
2. Что такое центробежная сила и от чего она зависит?
3. Почему, совершая разворот, планер приподнимает одно крыло?
4. Что происходит с равнодействующей сил подъемной и лобового сопротивления при разворотах, почему она должна быть больше, чем при нормальном планировании, и какой отсюда следует вывод?
5. С какого момента можно начинать разворот?
6. Какой крен допустим при разворотах на 45° ? Покажите его на примере (рука и горизонт)?
7. Как влияет ветер на выполнение разворота?
8. Как производится ввод в разворот?
9. Что значит «поддерживать крен» и в каких случаях это необходимо?
10. Что значит начавшееся ускорение вращения носа планера и что необходимо сделать, чтобы нос вращался с постоянной скоростью?
11. Каково должно быть движение носа планера по отношению к горизонту?
12. Как производится вывод планера из разворота?
13. Что такое неустойчивость крена, отчего оно может происходить и как с ним бороться?
14. Что последует от передачи крена и что последует от передачи ноги?
15. Почему нельзя вводить планер в разворот одной лишь ногой?

Глава 20

РАЗВОРОТЫ НА 90°

(6-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Силы, действующие на горизонтальное оперение планера при развороте. Разворот на 45° (предыдущее упражнение) есть не что иное, как ввод планера в разворот и вывод из него, как только начинает устанавливаться движение планера по кривой; таким образом разворот на 45° является подготовкой к развороту на 90° .

До сего времени мы рассматривали взаимоотношения основных сил, возникающих и действующих на планер при развороте. Помимо этих сил, могут, однако, возникнуть и другие, которые также должны быть или уравновешены или устранены.

Основными органами, управляющими планером при развороте, являются, как мы видели, элероны и руль направления, однако, как мы увидим далее, большую роль в развороте может сыграть и руль высоты.

Все изменения направления движения планера, как мы знаем, производятся путем того или иного вращения планера вокруг его центра тяжести.

Представив себе планер, производящий разворот (рис. 119), мы можем себе представить его путь по касательной к кругу с одновременным вращением планера вокруг своего центра тяжести.

Таким образом, хвостовое оперение планера все время совершает движение во внешнюю сторону вращения.

Представив себе планер сзади (рис. 120), мы видим, что горизонтальное оперение в этом случае представляет собой наклоненную плоскость, движущуюся в направлении вне окружности вращения планера и поэтому обладающую подъемной силой даже в том случае, если руль высоты стоит совершенно нейтрально.

В действительности это создает при правильном положении руля поворота настолько малую скорость вращения горизонтального оперения, что подъемной силы почти не возникает. Если же руль направления (нога) отклонен в большей степени, чем нужно, скорость отклонения горизонтального оперения увеличивается и, увеличиваясь пропорционально квадрату скорости бокового потока, подъемная сила горизонтального оперения начинает действовать эффективно.

При этом хвост планера поднимается и наблюдается характерное опускание носа планера и ускорение вращения.

Винной этому является переданная нога, что часто не представляет себе ученик, полагающий, что виной является крен.

Точное уяснение этого явления обязательно для совершения правильного разворота и предотвращения подобной ошибки, особенно при большем угле

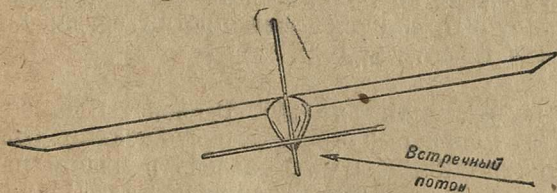


Рис. 120. Возникновение подъемной силы от бокового скольжения хвоста планера при развороте

разворота, где оно может сказаться в значительно большей степени, чем во время разворота на угол всего в 45° .

Силы, действующие на планер при сносе. Для правильного выполнения 6-го упражнения требуется также и точное уяснение явления сноса и техники борьбы с ним. Если планер находится под действием бокового ветра, он приобретает две скорости. Одну — в направлении своего нормального полета, другую — в направлении, в котором его смещает боковой ветер.

Строя параллелограм этих скоростей, мы получаем равнодействующую, по которой пойдет планер «юзом» (рис. 114). Если же планеру нужно идти в направлении, куда был направлен нос, то ему следует еще больше развернуться навстречу ветру и создать равнодействующую в сторону желательного направления.

Таков способ борьбы со сносом путем изменения направления курса планера. Он применяется при парении и во всех случаях, не связанных с посадкой планера.

Другой способ борьбы со сносом заключается в том, что планеру дают крен в сторону, противоположную сносу (рис. 121). В этом случае планер начинает скользить в сторону крена, по направлению OB , которая является равнодействующей двух скоростей:

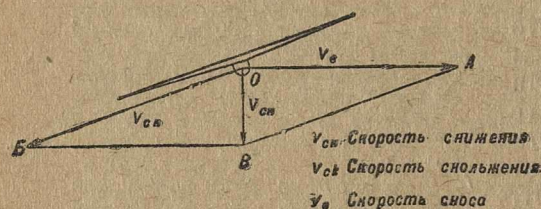


Рис. 121. Силы, действующие на планер при скольжении

OA — погашающей скорость сноса, и OB — увеличивающей скорость снижения планера. Так как при этом руль поворота и киль встречают сопротивление потока с той стороны, в которую скользит планер (рис. 120), он стремится

развернуть планер носом в сторону скольжения. Этому надо создать уравнивающее сопротивление рулем направления путем отклонения руля поворота в сторону, обратную направлению скольжения (нажим ногой на педаль со стороны, противоположной скольжению).

Цель упражнения в развороте на 90° — научить ученика правильно выполнять развороты до 90° , подготовить его постепенно к развороту на 180° и научить садиться как против ветра, так и с боковым ветром до 4 м в секунду.)

Подготовка к полету на развороты на 90° . Развороты на 90° требуют склона высотой не меньше 30 м над точкой посадки. При этом возможность посадки должна быть обеспечена в любом направлении в сторону от нормального направления полета. Планер перед занятиями испытывается инструктором в показательном полете.

В остальном подготовка обычная:

- планер осматривается согласно инструкции;
- устанавливается строго против ветра;
- ученик садится и привязывается;
- планер крепится к штурпу;
- ученик проверяет действие рулей;
- надевается амортизатор;
- группа становится на места и на амортизатор (натяжка не должна превышать допустимую при полетах по прямой).

Обязанности инструктора:

- а) проверить установку и осмотр планера;
- б) промерить скорость ветра (ровный без порывов; на первых упражнениях не выше 5 м/сек и на последних до 7 м/сек; при задании на посадки с боковым ветром — не выше 4 м/сек);
- в) проверить, свободен ли старт, особенно в сторону первого разворота и в случае работы соседней группы. Старт должен быть свободен и в сторону первого разворота и в противоположную сторону;
- г) определить натяжку амортизатора по ветру, весу ученика, планеру и амортизатору;
- д) проверить готовность ученика к полету;
- е) проинструктировать ученика: особенно добиваться выполнения крена не выше 15° ; при первых полетах разъяснить технику сноса и борьбы с ним после выхода на прямую из первого разворота, с показом положения планера относительно ветра и склона; предупредить, что так как со сносом в полете приходится бороться курсом, первый разворот делается не на полные 90° , так же как и второй.

При первых полетах ученика на этом упражнении следует избегать косого ветра по отношению к склону, допуская его в последующем в крайне ограниченных пределах (нормально не более 15° отклонения от направления на склон).

Выполнение разворота на 90° . Начинать развороты на 90° надо также после того, как планер установится в режим нормального планирования, плавным и связанным движением элеронов и руля направления.

Навык, полученный на разворотах на 45° , должен обеспечить ученику правильный ввод в разворот на 90° . После ввода планер должен быть более длительно задержан во вращательном положении, причем образуется более интенсивное стремление увеличивать крен, чем при разворотах на 45° .

Следовательно, ученику придется с большей энергией, но плавно поддерживать нужный крен усилием на ручку в обратную сторону, следя при этом за движением носа по горизонту и за тем, нет ли ускорения вращения и зарывания, с которыми следует бороться обратной ногой.

Вводя планер в разворот, начиная с ориентира по прямой, ученик должен вывести планер из разворота и поставить его в положение планирования по прямой на втором ориентире, находящемся точно в направлении на 90° от первого.

После первого разворота планер, выведенный параллельно склону, начнет сносить на склон, и ученику надо уловить лишь, на какой угол отклонить ногой планер (сохраняя такое положение до второго разворота), чтобы идти параллельно склону. Ни в коем случае нельзя давать себя сносить чересчур близко к склону, так как его близость, помимо возможности зацепить крылом отвлекает внимание. Следует всегда помнить, что чем сильнее ветер, тем скорее будет сносить на склон.)

Пройдя вдоль склона расстояние, заданное инструктором (в зависимости от условий планеродрома и ветра), ученик за это время должен снова установить планер в положение нормального планирования, с отклонением курса для противодействия сносу и после этого вводить планер во второй разворот. Вследствие отклонения курса планера от линии, параллельной склону, чтобы выйти на 90° от нее, планеру требуется совершить разворот не на 90° , а несколько меньший.

Второй разворот с крылом, опущенным к ветру, потребует меньших усилий для поддержания крена, чем первый. Эту разницу ученик должен точно различать, для того чтобы в последующем ориентироваться при всяких разворотах.

Если позволяет высота, то после второго разворота делается третий в ту же сторону, что и второй, а затем четвертый с посадкой против ветра или в зависимости от задания.)

На первых полетах по этому упражнению не следует делать больше двух разворотов. В последующем, совершая прямую между вторым и третьим разворотом, следует ее постепенно сокращать, сливая постепенно два разворота по 90° в один в 180° , т. е. переходя постепенно к упражнению № 7.

Во всех случаях крен не должен превышать 15° . При крене свыше 30° может наступить положение, при котором от пилота требуются несколько иные движения, чем те, которые он производит при меньших кренах (так называемая перемена рулей).

На этих разворотах ученик привыкает ориентироваться еще по одному признаку — так называемому задуванию. Задувание, ощущаемое лицом пилота, в случае, если оно происходит с внутренней стороны разворота, вызывается скольжением планера при передаче крена; следовательно, крен надо уменьшить. Задувание с внешней стороны указывает на занос хвоста и значит, что передана нога, и надо убавить ногу. Но при этом надо учесть, что при низкой посадке ученика или в зависимости от выреза и формы обтекателя направление задувания может исказиться.

Выполняя разворот, ученик должен помнить о том, что планер, находящийся в развороте, требует несколько большей скорости и в развороте теряет высоты больше, чем при нормальном планировании.)

Ученик должен выработать в себе плавность ввода и вывода, соразмерность движений элеронов и руля поворотов и равномерность разворота.

Всякие рывки, ступенчатость в даче крена или ноги должны быть устранены не только указаниями инструктора, но и самостоятельной работой ученика и старанием отшлифовать каждый прием.

Одновременно с разворотом на 90° проходит и посадка со сносом, доходящая до сноса в 90° , т. е. при боковом ветре.

Это достигается постепенно путем выхода из третьего разворота на посадку, сначала на 30° или даже менее, в соответствии с чем и третий разворот ограничивается всего 30° или менее, затем на 60° и, наконец, на 90° (с соответствующим увеличением до 90° и третьего разворота).

В зависимости от успешности и условий, порядок постепенно-го увеличения этого угла и число посадок устанавливаются инструктором.

При этом: а) ученик не должен забывать прикрываться от сноса по выходе из разворота почти до самого касания земли креном в сторону, обратную сносу, и таким, при котором планер не смещается с заданного направления в ту или иную сторону;

б) ученик должен давать ногу по сносу, нажимая на ту педаль, которая обращена в сторону сноса ровно в такой мере, в какой это необходимо, с тем чтобы планер не стремился лететь по ветру.

Все это требует, кроме упражнения, еще точного определения учеником скорости и направления ветра, в чем ученик и должен себя всегда упражнять и контролировать не только в полете, а еще до полета.

Инструктору следует особое внимание обращать на плавность и координацию движений ученика при разворотах и на четкость и уверенность ученика при их выполнении.

При посадках со сносом основное — это соразмерность сносу крена и ноги, чего надо добиваться от ученика постепенным подходом к посадке со сносом в 90° .

По мере отшлифовки этих элементов упражнения, сближая второй и третий развороты по постепенно сливаясь их в один, инструктор постепенно переводит ученика на упражнение 7-е, т. е. на разворот на 180° , для чего необходимо не менее 10—12 полетов при условии, что последние 3—4 выполнены безукоризненно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие силы действуют на горизонтальное оперение планера при развороте?
2. Какое влияние на полет планера производит занос хвоста планера?
3. Что является причиной заноса хвоста?
4. Чем бороться с его последствиями?
5. Какие силы действуют на планер при сходе?
6. Какие два вида борьбы со сходом?
7. Почему при боковом скольжении планера увеличивается скорость его снижения?
8. Как работает вертикальное оперение при скольжении?
9. В чем основная разница между разворотом на 45° и 90° ?
10. Что необходимо делать после входа планера в первый разворот?
11. Что служит пилоту признаком правильного выполнения разворота?
12. Как и когда надо выводить планер из разворота на 90° ?
13. Почему нельзя давать себя сносить близко к седлану?
14. Когда и как надо действовать креном при посадке со сходом?
15. Когда и как надо действовать ногой при посадке со сходом?
16. Как обеспечить установку планера крылом к ветру при посадке со сходом?

Глава 21

РАЗВОРОТЫ НА 180°

(7-е упражнение обучающегося полетам на планере)

Развороты на 180° не связаны с необходимостью знакомить ученика с чем-либо новым, чего он не знал бы из предыдущих занятий и упражнений. Эти полеты потребуют от ученика лишь более искусных и точных навыков в несколько более усложнен-

ной обстановке. Таким образом, теоретическая часть подготовки к этому упражнению исчерпывается предыдущими занятиями.

Однако, для более точного ознакомления со всем, что не только происходит при выполнении данного упражнения, но и что могло бы произойти в том или ином случае, здесь объясняются две фигуры пилотажа, техническое знакомство с которыми обязательно для каждого совершающего развороты:

а) разворот с переменной рулей — недопускаемый к выполнению учениками и являющийся в случае, если он произойдет, свидетельством допущенной ошибки;

б) штопор — являющийся частым последствием потери скорости и не представляющий опасности только в случае, если ученик умеет из него выходить и есть достаточный запас высоты.

Разворот с переменной рулей. В обычных случаях горизонтальное оперение управляет планером в вертикальном направлении,

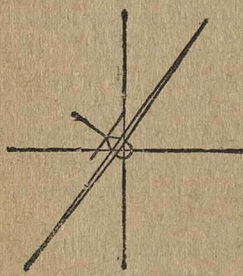


Рис. 122. Положение, при котором руль поворота явно стал рулем высоты, и руль высоты — рулем поворота (перемена рулей)

а вертикальное — в горизонтальном. При развороте и горизонтальное и вертикальное оперения отклоняются от своего нормального положения на разные углы, в зависимости от крена, достигая при разворотах на 180° отклонения на 25° . Если пилот будет пытаться сделать развороты на еще больших кренах (что ученикам строго воспрещается), то при приближении крена к 45° наступит так называемая перемена рулей. Руль высоты будет управлять уже не высотой, а поворотом, и руль поворотов будет управлять уже не поворотами, а высотой.

Это ясно видно из рисунка 122. Планер, летящий в таком положении, требует совсем иного управления. Ускорение вращения, например, будет зависеть не от руля поворотов, а от руля высоты, опускание и подъем носа — от руля поворотов. Эти особенности дают себя чувствовать значительно раньше, чем планер подойдет к крену в 45° , и могут спутать все представления ученика по выполнению разворота, до полной потери учеником способности управлять машиной. Вот почему при развороте на 180° запрещается превышать крен более чем за $20-25^\circ$.

Даже при таком крене влияние перемены рулей уже чувствуется, хотя бы потому, что возможен занос хвоста, или по тому, как влияет на планер незначительное отклонение руля высоты на себя. Оно ускорит вращение планера, но одновременно выведет планер из угла планирования с приближением его к потере скорости.

Помимо этого, для выполнения такого разворота, при котором вообще часть подъемной силы потащется центробежной силой, необходима скорость, значительно превосходящая скорость нормального планирования.

Штопор. Штопор представляет собой установившееся движение планера вниз вокруг отвесной оси, находящейся в непосредственной близости от центра его тяжести (рис. 123).

Угол фюзеляжа при штопоре по отношению к горизонту может быть различен, начиная от близких к 0° , и тогда штопор называется плоским, и кончая пикирующим положением аппарата.

Так как рули планера, не исключая элеронов, работают при штопоре в поперечной плоскости, они теряют эффективность, и планер почти или совсем не реагирует на управление.

(Штопор может быть намеренным или случайным, но во всех случаях он является результатом потери скорости.

Решающее значение для определения предрасположения аппарата к штопору имеет центровка. Передняя центровка аппарата — признак меньшей предрасположенности аппарата к штопору и обеспечивает более скорый выход из него; задняя центровка влечет предрасположенность аппарата к штопору и более трудный, а иногда и невозможный вывод аппарата из установившегося положения штопора. Поэтому заднюю центровку надо всегда исправлять, тем более, что это не трудно (при помощи подушек с песком).

Необходимо исключать какую бы то ни было возможность потери скорости, не допуская даже признаков ее, как например — вялости ручки, парашютирования, ввода в разворот на малой скорости с последующим зарыванием носа аппарата и т. п.

Но если придется очутиться в штопорном положении, что ясно сразу по зарыванию носа и по начинающемуся вслед за этим вращению земли, ученик должен немедленно перевести ручку и педали в нейтральное положение. Рекомендуется дать немного ноги, обратного вращению (вращение влево — правая нога). В таком положении надо ждать, пока машина не выйдет сама из штопора и после этого плавным выбиранием ручки на себя перевести ее на угол планирования (следует не забыть убрать во время из штопора ногу) и держать планер от передира плавным нажимом от себя.

Опыт показал, что все учебные и прочие планеры, входившие в штопор, легко из него выходят; следовательно, от ученика в этом случае требуется лишь точное выполнение этого простого правила.)

Этими двумя указаниями о штопоре и перемене рулей ученик должен быть предупрежден и наведен на вывод, что не следует не только подводить планер к возможности наступления того и другого, но что даже нельзя допустить им предшествующих признаков.

Подготовка к развороту на 180° . Высота склона не должна быть ниже 30 над местом посадки. Посадка вокруг места, где производится разворот, должна быть обеспечена во все стороны даже



Рис. 123.
Штопор
планера

и на склон, который в этом месте не должен иметь оврагов, балок, деревьев, столбов и т. д.

Планер перед занятиями испытывается инструктором, так же как и перед другими упражнениями в показательном полете.

В дальнейшем подготовка обычная:

- а) планер осматривается согласно инструкции;
- б) устанавливается строго против ветра;
- в) ученик садится и привязывается;
- г) планер крепится к штопору;
- д) ученик проверяет действие рулей;
- е) надевается амортизатор;
- ж) группа становится на амортизатор (натяжка не сильнее необходимой для нормального взлета на планирование).

Обязанности инструктора:

- а) проверить установку и осмотр планера;
- б) промерить скорость ветра (на первых полетах 5 и до 7 м/сек к концу курса).
- в) проверить, свободен ли старт, как обычно со стороны соседних групп; нет ли кого-нибудь на запуске в соседней группе;
- г) определить натяжку амортизатора по ветру, весу ученика планеру и амортизатору;
- д) проверить готовность ученика;
- е) проинструктировать ученика; предупредить ученика о недопустимости крена свыше $20-25^\circ$; предупредить о необходимости при выходе из разворота начинать выход значительно раньше, чем обычно, для того, чтобы планер не развернуло по ветру на склон.

Выполнение разворота на 180° . Ученик должен быть к нему подготовлен постепенным переходом от двух разворотов на 90° . (Нового в развороте на 180° для ученика, хорошо научившегося делать развороты на 90° , очень мало.

Предел возможного крена, необходимого для выполнения этого разворота, ученик устанавливает по скорости, которая на развороте всегда должна быть с некоторым запасом. При всем этом крен не должен превышать $20-25^\circ$.

Так как при положении крылом к ветру планер всегда будет стремиться увеличивать крен и наоборот — будет стремиться выйти из крена, когда к ветру обращено опущенное крыло, ученик всегда должен это учитывать и в первом случае отклонять ручку в меньшей степени и даже ее жать, если это необходимо, в обратную сторону и во втором случае — усилением отклонения ручки нажимом в сторону крена не позволять планеру из него выходить. Заканчивая разворот, ученик должен энергично и заблаговременно начать вывод планера из разворота, так как при опоздании планер повернет носом на склон и под действием попутного уже ветра начнет энергичное вращение в сторону склона при слабой реакции на движения рулями.

Во всех случаях попутно-бокового ветра (не говоря уже о попутном) слабая послушность планера должна учеником обяза-

тельно учитываться, равно как и связанное с этим уменьшение скорости планера, при кажущейся увеличенной скорости относительно земли.

Запас высоты должен быть учеником рассчитан так, чтобы выйти из последнего разворота на высоте не менее 5 м. Если эта высота не обеспечена, последний разворот производится на 90° с посадкой против ветра или по заданию.)

Учитывая все это, ученик должен добиться четкого, плавного и равномерного по кривой и кренам разворота.

Посадка на точность. Обычно одновременно с изложенным упражнением производится упражнение на точность посадки.

Основное, что обеспечивает точность посадки — это умение свободно владеть машиной, иметь правильно развитый глазомер, и, что особенно важно, уметь учитывать ветер при всяком относительно его положении.

Настойчивой, обдуманной тренировкой надо добиться того, чтобы расчет на посадку никак не отозвался на правильности угла планирования, разворотов и других элементов полета. Поэтому, если точная посадка не удастся, ученику гораздо полезнее не нацеливаться снова и снова на посадку, а отработать элементы полета: планирование, развороты и посадку, и тогда успех обеспечен и в точности посадки.

Основное же, за чем инструктор должен следить и добиваться при инструктировании и даче заданий ученику — это развитие глазомера, сохранение требуемой скорости и отшлифовка навыков ученика. На все упражнения требуется обычно 8—10 полетов. Если это усвоено вообще и последние три полета выполнены хорошо. — обучение ученика можно заканчивать.

Этим заканчивается летная программа обучения ученика по II ступени. Если он освоил теорию, проявил себя учеником дисциплинированным, настойчивым и стремящимся к дальнейшему усовершенствованию, ему присваивается звание пилота-планериста.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое перемена рулей и когда она наступает?
2. В чем выражается перемена рулей при действиях пилота ручкой и рулем высоты?
3. Почему ученику запрещается доводить планер до кренов с переменной рулей?
4. Как положение планера при перемене рулей связано со скоростью?
5. Что такое штопор?
6. Отчего он происходит?
7. Какое значение в предрасположенности аппарата к штопору имеет центровка?
8. Какое значение имеет центровка при выходе из штопора?
9. Чем разворот на 180° отличается от разворота на 90°?
10. Как выйти из штопора?
11. Почему следует быть особенно внимательным к скорости при попутно-боковом и в особенности при попутном ветре?
12. Какой предельный крен допустим при совершении разворота на 180°. Укажите его отклонением руки к горизонту?
13. Как рассчитывать запас высоты при совершении двух разворотов на 180°?
14. Что необходимо учитывать при совершении посадки на точность?
15. Как развить точную посадку?

ЧАСТЬ VI

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПЛАНЕРОВ УС-3, УС-4, ПС-1 и ПС-2

Глава 22

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ПЛАНЕРОМ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Осмотр планера. Продолжительность срока службы планера зависит от отношения к нему, от ухода, сбережения — от хорошей эксплуатации.

Планер, как и всякая машина, требует к себе бережного, внимательного отношения. Поэтому, прежде чем перейти к полетной работе, необходимо хорошо ознакомиться с планером, его частями, деталями, их назначением, с основами эксплуатации планера. Планер не прощает «грубого» обращения: если вытаскивая его из ангара, не смотреть за концами крыльев оперения, их неизбежно ломают. Если попробовать приподнять планер за кромку крыла — она сломается, так как планер на такую нагрузку не рассчитан.

Прежде чем вынести планер из ангара перед началом полетов, его необходимо тщательно осмотреть. Необходимо прежде всего уничтожить обезличку, — закрепить за учлетами (кружковцами) отдельные части планера, за которые бы они несли ответственность.

Для осмотра планера существуют точные правила, которые необходимо строго соблюдать. Осмотр производится инструктором, механиком и учлетами (рис. 124). Каждый учлет обязан по правилам, указанным ниже, осматривать порученные ему детали. Каждый в равной мере отвечает за целостность и правильность работы каждой детали и за те последствия, которые могут произойти, если какая-либо деталь откажет в полете.

Основное, что надо помнить, — это то, что в планере маловажных деталей нет и для гарантии безопасности полета каждая малейшая деталь должна быть в полном порядке.

(Правила осмотра планера. А. Перед началом полетов:
1. Ручное управление. Оно должно быть без люфта и заеданий. Осевой болт должен быть в исправности и иметь шплинт.

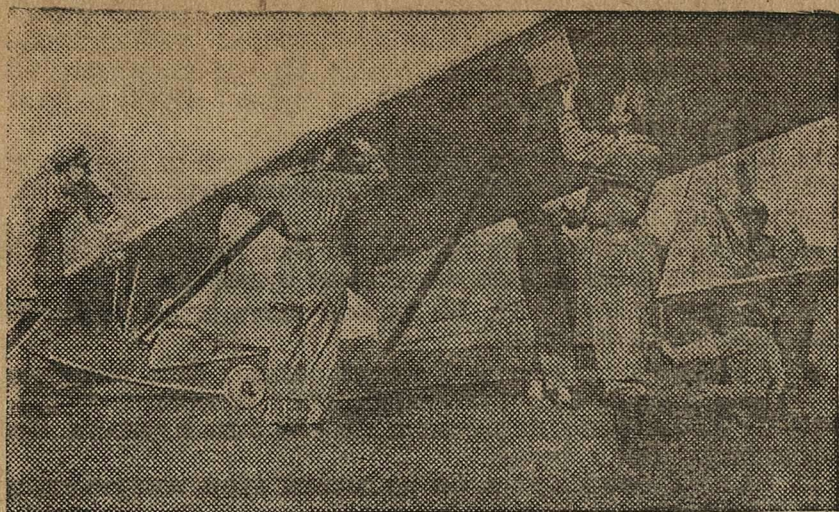


Рис. 124. Осмотр планера учлетами перед полетом

2. Жесткие тяги и элероны. Они должны быть без погнуто-сти. В валиках должны быть булавки и шплинты.

3. Тросовую проводку к элеронам. Трос должен быть в целости, без заусениц, должен правильно лежать на ро-ликах без скосов. В валиках должны быть булавки и шплинты.

4. Подвесные ролики. Они должны быть без трещин и повреж-дений стенок паза. Пластинки, крепящие ролик, должны быть в целости и без погнуто-сти.

5. Кабанчики элеронов. Они не должны иметь шатаний на лонжероне. Шарнирные крючки на лонжеронах крыла и эл-ерона также не должны иметь шатания. Все шарниры элеронов дол-жны быть законтрены булавками.

6. Проводку к рулям высоты. Коуши и сережки не должны иметь протертости. В направляющих трубках не должно быть заеданий, и трос в них должен быть в полной исправности, без стертостей хотя бы одной нитки. Счистив тавот, нужно осмо-треть трос и снова жирно его смазать на всем протяжении трения. Тендеры должны быть законтрены в муфты не меньше, чем на 8 ниток.

7. Педадь. Осевой болт не должен работать на нарезке. Петли и уздечки на изгибах не должны иметь изломов.

8. Проводку к рулю направления нужно осмотреть так же, как и проводку к рулю высоты (см. п. 6).

9. Правильность действия рулей. Ручка влево — поднимается левый элерон, ручка на себя — поднимается руль высоты. Правая нога — руль поворота отклоняется вправо.

10. Крепление всех 4 подкосов к ферме и крыль-ям. Пластинки с сережками и ушки не должны иметь погнуто-стей и трещин. Валики должны быть законтрены булавками.

11. Крепление подкосов на крыле. Должно быть без шатаний и погнутостей; в сварных местах не должно быть трещин.

12. Шарнир хвостовой балки. Все детали должны быть без погнутостей. Сварочные швы — без трещин. Шарнир должен иметь шпильки.

13. Крепление килей к балке. Ушковые пластинки должны быть без погнутостей и в целости. Болты должны быть плотно закручены и законтрены.

14. Подкосы стабилизатора. Они должны быть в целости. Валики должны быть законтрены булавками.

15. Шарниры рулей. Не должны иметь шатаний. Должны быть законтрены булавками.

16. Расчалку хвоста. Тендеры должны быть законтрены. В валиках должны быть булавки. Серьги в целости.

17. Колеса. Они и их расчалки должны быть в целости. Ось — перпендикулярна к ферме.

18. Запускной крюк. Он не должен иметь погнутости, трещин и шатания.

19. Все трущиеся места должны быть смазаны тавотом.

В. Перед каждым полетом:

1. Действие управления. Отсутствие люфтов и заеданий.

2. Тросовую проводку и прохождение ее через направляющие трубки. Если стерлась хоть одна нитка — заменить трос.

3. Крепление расчалки хвоста и крыльев.

4. Наличие всех булавок в валиках крепления подкосов.

5. Контровку рулей высоты.

В. После каждой грубой посадки

1. Все, что осматривается перед каждым полетом (см. раздел II).

2. Все тросы и ролики элеронов.

3. Подкосы.

4. Путем легкого изгиба крыла проверить целостность лонжеронов.

Г. По окончании полетов:

По окончании полетов стереть пыль и грязь и старую смазку. Смазать заново металлические части. Убрать планер в ангар или закрепить.)

Грязный, неисправный планер — позор для инструктора и его группы.

Как обеспечить тщательный осмотр планера. Для правильной организации осмотра и постоянного ухода за планером учелы группы должны быть прикреплены к отдельным частям и деталям.

№ 1 — левая плоскость;

№ 2 — правая плоскость;

№ 3 — хвостовое оперение;

№ 4 — кабина, лыжи, рычаги управления и троса рулей;

№ 5 — хвостовая балка;

№ 6 — помогает первому и второму, заменяя их в случае отсутствия;

№ 7 — помогает 3-му и 5-му, заменяя их во время отсутствия;

№ 8 — помогает 4-му, заменяя его во время отсутствия.

При отсутствии того или иного учлета, механик обязательно прикрепляет к его деталям одного из присутствующих.

Ни одна деталь планера во время полета не должна оставаться без учлета, ответственного за ее исправность.

Механик машины следит за работой всех учлетов, руководит их работой. Сам проверяет всякий раз состояние планера и особенно исправность тросов к рулям управления.

Каждый учлет и инструктор перед своим полетом лично осматривают планер. Результат осмотра закрепленных за учлетами частей и деталей они докладывают механику группы, последний после проверки докладывает инструктору. Независимо от осмотра планера учлетами инструктор обязан осмотреть машину лично.

По производстве осмотра и устранения дефектов планер можно доставлять на старт.

Осмотр амортизатора. Амортизатор также должен осматриваться перед полетами и во время полетов.

При осмотре амортизатора основное, за чем надо следить, это:

а) кольцо — оно должно быть в целости, не иметь надломов и т. п;

б) узел связи кольца с амортизатором — амортизационный шнур не должен быть протерт, резина не должна быть обожжена;

в) на протяжении всей длины амортизатора в его оплетке не должно быть стертости до резины. Если такая стертость есть, но без повреждения резины, амортизатор допускается к работе, но при условии оплетки этого места шпагатом.)

Вынос и подноска планера. (Перед выносом планера из ангара следует снять обтекатель для того, чтобы можно было взять машину за переднюю часть лыжи. Учлеты располагаются при этом следующим образом:

а) двое берутся за лыжу в месте крепления передних подкосов, но отнюдь не за середину подкосов;

б) двое становятся на концах крыльев, ни в коем случае не поднимая за крыло, а лишь поддерживая необходимое положение крыльев; в) двое берутся за балку около стабилизатора;

г) один берется за носовую часть лыжи и один выносит с'емный обтекатель.

При вносе учебного планера, минимальное число выносящих — 3 чел.) (рис. 125).

Выносом машины руководит инструктор, отдавая четкие и ясные приказания. Никаких выкриков, вмешательств в распоряжения инструктора не допускается: каждый обязан следить за доверенной ему частью, точно выполняя приказания инструктора. Только при соблюдении этих условий никогда не будет поломок при выносе машины из ангара.

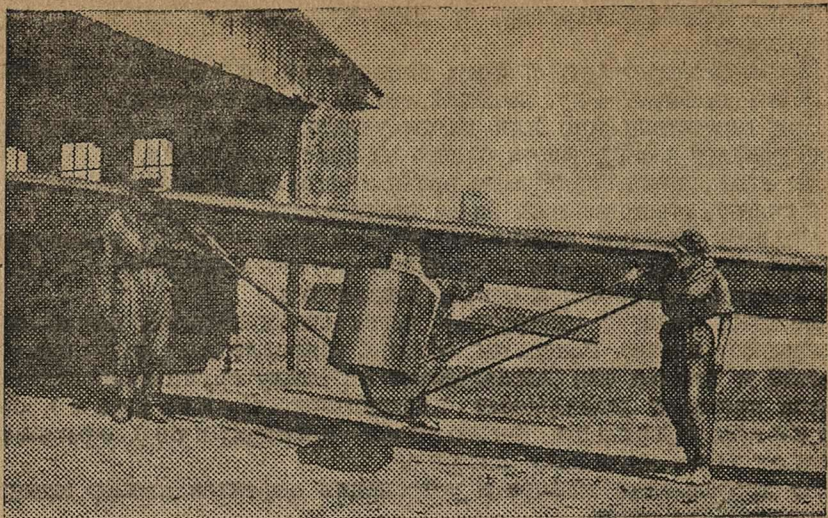


Рис. 125. Вынос учебного планера тремя учениками

Доставка на старт. Доставка на старт производится в зависимости от «технического оснащения» станции-кружка, т. е. при помощи лошади, тягача или вручную. При доставке лошадью или тягачом планер зацепляется постромками за запускной крючок (в случае отсутствия шасси, необходима установка планера на специальную тележку) (рис. 126 и 127).

Состав группы располагается следующим образом: а) двое на концах крыльев, б) двое у передних подкосов, в) один на хвосте (рис. 128).

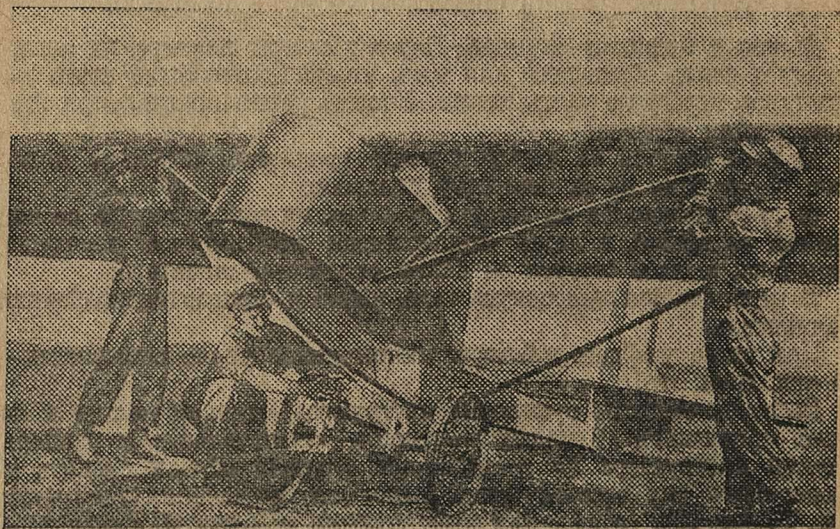


Рис. 126. Установка планера на тележку

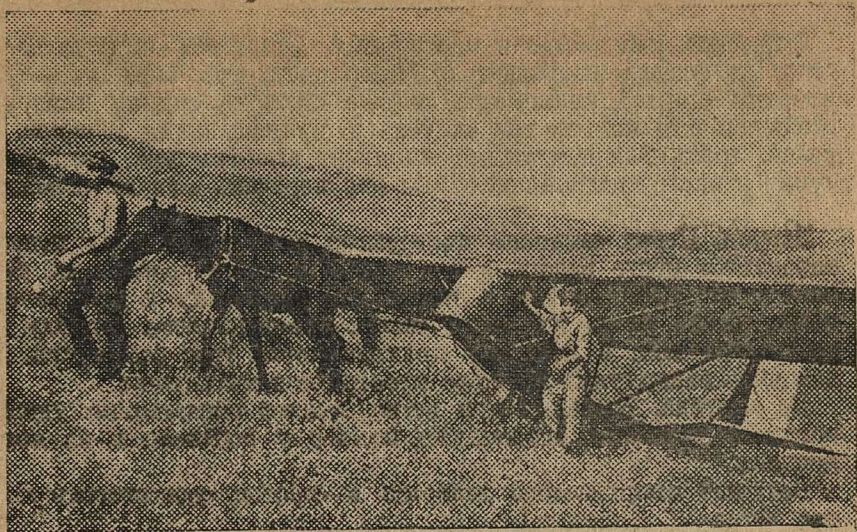


Рис. 127. Втягивание планера на гору конной тягой

Перед доставкой на старт необходимо тщательно закрепить элероны и рули, надев на них специальные зажимы.

Свободные от доставки планера люди доставляют амортизатор, инструмент, штопора и т. п.

При доставке планера вручную за запускной крючок зацепляется веревочная петля, за которую берутся 3—4 человека.

В случае возможности, при наличии удобного старта, благоприятного ветра, желательно доставлять планер на место старта летом.

Обсмотр планера перед каждым запуском производится учлетами под руководством механика (см. правила).

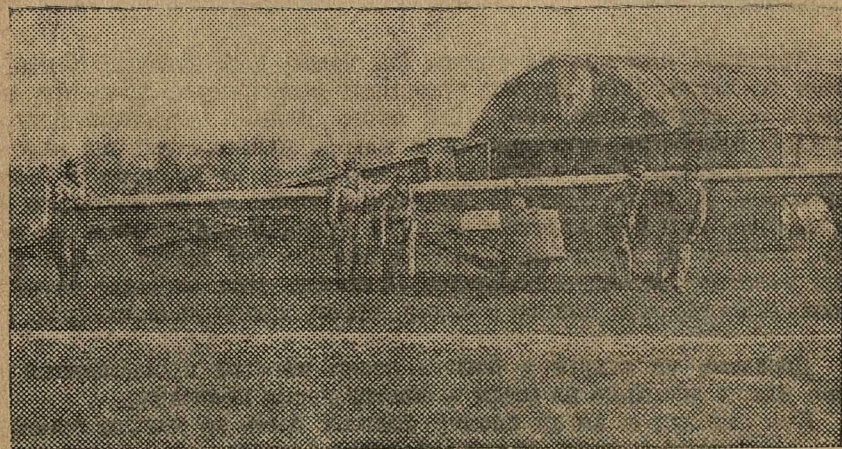


Рис. 128. Люди катят планер на шасси по ровной местности

Стартовое имущество и инструмент. Стартовое имущество состоит из флажков красного и белого цвета (см. часть IV — Организация старта), анемометра (можно один на группу планеров), штопоров или кольев для запуска и привязывания планера, веревок, троса для зацепления самопуска, амортизатора, санитарной сумки и инструментальной сумки (см. перечень в главе «Ремонт»).

Запуск. Перед запуском инструктор, осматривая зону полетов, определяет место взлета, с тем чтобы в месте посадок не было каких либо препятствий, а также измеряет силу и направление ветра, после этого на месте взлета завертывается штопор или забивается кол, к которому прикрепляется трос самопуска. Надежность завернутого штопора проверяется механиком.

До запуска, особенно при ветре, планер обязательно удерживается 4 учлетами, держащими планер у подкосов и за концы крыльев.

Натяжка амортизатора делается в строгом соответствии с силой ветра.

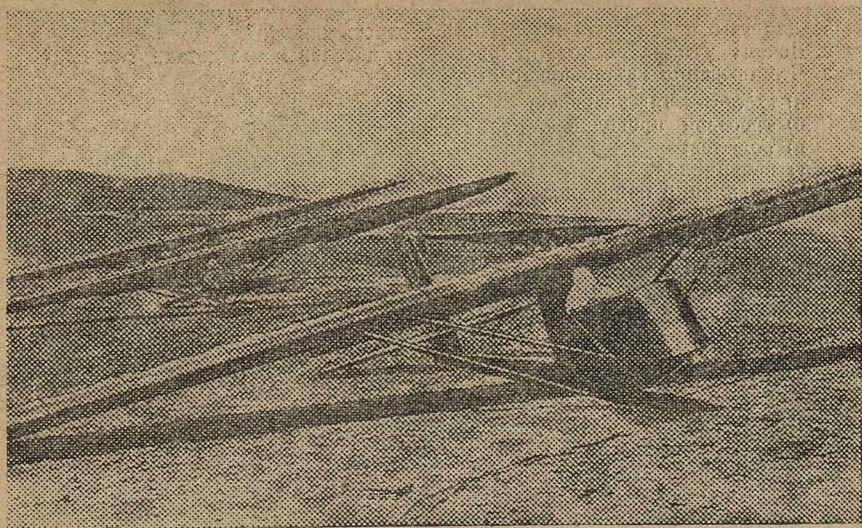
Обслуживание планера на старте. После посадки учлету не разрешается вылезать из машины до прихода группы или выделенных для доставки машины. Доставляющие машину обязаны не оставлять поднятым крыла, обращенного к ветру, во время доставки его необходимо держать все время. Доставка осуществляется такими же способами, как и доставка из ангара. После каждого полета учлеты осматривают прикрепленные к ним части.

Осмотр планера после грубых посадок. Особо тщательный осмотр и обязательно под руководством инструктора производится после грубых посадок. В случае обнаружения дефектов или возникновения сомнений в целостности тех или иных частей, планер снимается с эксплуатации до полного исправления дефектов и установления возможности возобновления производства на нем полетов.

Хранение планера на старте. Во время перерывов для отдыха или по каким-либо другим причинам разрешается хранение планера на старте (рис. 129). Для этого планер ставится боком к ветру, плоскость, обращенная к ветру, наклоняется до земли и привязывается за специальную серьгу к ввернутому в землю штопору. Рули необходимо закрепить, чтобы их не поломало ветром (рис. 130) при кратковременном пребывании планера на старте, если он не привязан, в кабине должен все время сидеть один из учлетов, другой — находится у крыла. При сильном ветре необходимо убирать планер в балку, овраг, кусты, за склон (рис. 131).

Доставка со старта и осмотр после полетов производится так же, как и доставка на старт и осмотр перед полетами.

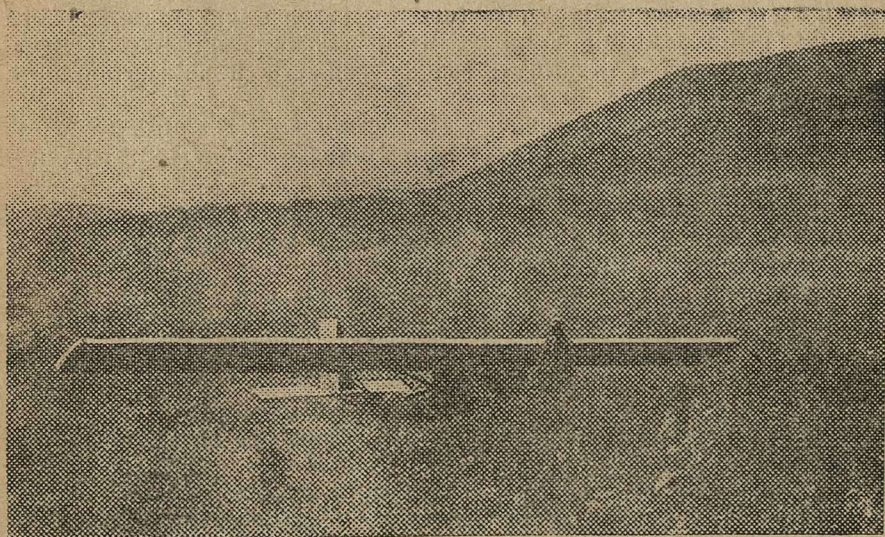
При заводке в ангар планер должен быть не только осмотрен, но тщательно вытерт, трущиеся детали управления после удаления с них грязи и пыли должны быть смазаны.



Р и с. 129. Установка планера на старте. Ветер слева



Р и с. 130. Способ закрепления рейками рулей планера



Р и с. 131. Укрытие и привязывание планера в ложбине

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего необходимо тщательно осмотреть планер?
2. Почему у планера нет «маловажных» деталей и все детали важные?
3. Что особенно важно при осмотре:
 - а) жестких тяг элеронов;
 - б) трассовой проводки к рулям;
 - в) роликов;
 - г) кабачников;
 - д) креплений подкосов;
 - е) педалей;
 - ж) шарниров рулей?
4. Что обязательно осматривать перед каждым полетом?
5. Почему важен осмотр после грубой посадки?
6. Каким деталям и чем угрожает грубая посадка?
7. Как определить целостность лонжерона крыла после грубой посадки?
8. Для чего применяется законтривание и каких именно деталей?
9. Что необходимо сделать с планером после полетов?
10. Кто ответственен за осмотр планера?
11. Что необходимо иметь в виду при осмотре амортизатора?
12. За какие детали надо браться при переноске планера?
13. Как лучше всего доставлять планер на старт?
14. Из чего состоит стартовое имущество?
15. Как крепится планер к земле перед запуском?
16. Что должен сделать учтл немедленно после посадки?
17. Как хранится планер на старте?

Глава 23

НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ПРИЕМКА И ХРАНЕНИЕ ПЛАНЕРОВ

Нормы эксплуатации. Жизнь планера сравнительно недолговечна. У учебного планера УС-4 она измеряется двумя с половиною тысячами посадок. Являясь летательным аппаратом, работающим в напряженных условиях, планер требует к себе чрезвычайно ответственного, бережного и внимательного отношения.

Все, что связано с использованием планера, его работой, сбережением, сборкой, разборкой и т. п., мы называем эксплуатацией планера.

Естественно, что жизнь планера зависит от качества эксплуатации. Чем лучше мы будем относиться к планеру, чем лучше будет за ним уход, тем дольше будет жить планер и тем дешевле будет стоить обучение на нем. Возьмем пример: планер стоит 1300 руб.; при хорошей эксплуатации, мы совершим на нем 2500 полетов, следовательно каждый полет будет нам стоить $1300 : 2500 = 52$ коп. Если же, вследствие плохой эксплуатации, мы возьмем от планера только 1000 полетов, каждый полет будет стоить $1300 : 1000 = 1$ р. 30 к., что ляжет накладным расходом на обучение.

При выполнении задачи подготовки во второй пятилетке 500 000 планеристов этот накладной расход выльется в огромную сумму свыше 19 миллионов рублей. Мы не говорим уже о том, что в этом случае потребуется вдвое больше планеров, что повле-

чет к трате дефицитных материалов, даст лишнюю загрузку транспорту и т. п.

Опыт наших практических планерных организаций показывает, что эти нормы вполне выполнимы. ВЛППШ, Казанская и Московская летно-планерные школы имеют в своем планерном парке машины с выполненной нормой, которые, однако, пригодны к дальнейшей работе. Этому они добились отличным отношением к планеру, своевременным предупредительным ремонтом, точным выполнением правил хранения, уничтожением обезлички — хорошей эксплуатацией.

Для точного определения, какую учебную работу можно производить на данном планере, в связи с его налетом, степенью изношенности, в результате происшедших с ним аварий и поломок, планерам присваивается та или иная категория и на каждую категорию дается известная норма полета.

Следующая таблица дает точное понятие о категориях и нормах для планера УС-3 и УС-4 и ПС-1 и ПС-2.

№ по п. р.	Полет от до	Категория	Техническое обслуживание	Допустимые условия эксплуатации
Нормы для УС-3				
1	0 — 100	I	Осмотр и регулировка	Планирующие полеты любого вида при ровном ветре 9 м/сек включ. Допускаются парящие полеты по специальному разрешению Планерного отдела ЦС ОАХ СССР
2	100 — 500	I	Осмотр, текущий ремонт	
3	500 — 900	II	Осмотр, текущий ремонт	Планирующие полеты с разворотами на 180° при ровном ветре 7 м/сек включ.
4	900 — 1 300	II	Осмотр, капитал. ремонт	Планирующие полеты с разворотами до 45° при ветре 5 м/сек.
5	1 300 — 1 600	III	Осмотр, текущий ремонт	Полеты по прямой и пробежки с небольших положительных склонов при ветре до 5 м/сек включ.
6	1 600 — 1 850	III	» » »	
7	1 850 — 2 100	III	» » »	
8	2 100 — 2 300	III	» » »	
9	2 300 — 2 500	III	С эксплуат. снимается	
Нормы для ПС-1				
1	0 — 50	I	Осмотр и регулировка	Планирование и парение при ровном ветре до 8 м/сек включ.
2	50 — 200	I	Осмотр и текущий ремонт	
3	200 — 400	I	» » »	
4	400 — 600	I	» » »	
5	600 — 800	II	Осмотр, текущий ремонт	
6	800 — 1 000	II	» » »	

№ по п.р.	Полет от до	Категория	Техническое обслуживание	Допустимые условия эксплуатации
7	1 000 — 1 200	II	Осмотр, капитал. ремонт	Планирующие полеты с разворотами на 180° и планирование при ровном ветре до 8 м/сек включ.
8	1 200 — 1 400	II	» текущий »	
9	1 400 — 1 600	III	Осмотр, текущий ремонт	Планирующие полеты с разворотами на 45° и по прямой при ветре до 5 м/сек.
10	1 600 — 1 800	III	» » »	
11	1 800 — 2 000	III	» » »	
12	2 000 — 2 200	III	» » »	
13	2 200 — 2 350	III	» » »	
14	2 350 — 2 500	III	С эксплуат. снимается	

Изменение норм перехода в следующую категорию в сторону увеличения недопустимо. Так, если для первой категории установлена норма 500 полетов, следовательно, более 500 допущено быть не может. Естественно, что на машине данной категории может быть допущено только прохождение упражнений, указанных в таблице норм. Как исключение может быть допущена эксплуатация планера в третьей категории и после выполнения им норм, с допуском к пробегам и полетам по прямой при ветре до 5 м/сек. Допуск к полетам производится после заключения авторитетной комиссии. После каждой аварии и поломки необходим тщательнейший осмотр планера.

В случае необходимости планер должен быть переведен из одной категории в другую и ранее срока, так как та или иная поломка или авария могут сделать его дальнейшую эксплуатацию в категории, которую он имел до поломки, недопустимой. При переводе из одной категории в другую нужно прежде всего руководствоваться состоянием машины, степенью ее износа, повреждения и т. п.

После выполнения планером полетных норм, последний осматривается специально создаваемой для этого комиссией и в случае, если дальше использовать быть не может, на него составляется акт, и он исключается из списков станции-кружка. Такой планер можно разобрать на части, некоторые из которых могут быть использованы как запасные, другие же будут служить учебными пособиями.

Как мы указывали выше, опыт наших планерных организаций подтверждает жизнеспособность установленных эксплуатационных норм, их выполнение будет служить показателем качества эксплуатации планера на станции или в кружке, показателем того, как их состав подходит к разрешению важнейшей задачи — задачи сбережения машины.

Транспортировка. Планерный завод транспортирует планеры в специальных ящиках. Поэтому, по прибытии планера на стан-

цию (пристань), необходимо осмотреть целостность упаковки и обеспечить доставку ящика на планеродром станции, кружка или к месту его хранения. Летом для этой цели весьма хорошо пользоваться рессорной телегой, на которую ящик свободно устанавливается и, будучи хорошо привязан, может быть легко доставлен. Зимой для этой цели нужно пользоваться санями с подсанками, причем поперек последних должна быть прикреплена прочная (50—60-мм) доска, размеры которой определяются шириной ящика. Еще лучше пользоваться для перевозки ящика с планером грузовой автомашиной или тягачом с прицепкой.

Приемка. По доставке ящика на планеродром или к месту хранения приказом начальника станции для приемки планера создается специальная комиссия, в задачу которой входит проверка наличия частей по вкладному листу, находящемуся в ящике, выявление дефектов, могущих возникнуть от небрежной упаковки или плохих условий перевозки. Приемка заключается не только в осмотре частей, но и в обязательной контрольной сборке, регулировке и в полетном испытании планера. При осмотре прибывшего планера необходимо обратить внимание на то, чтобы:

1. Обтяжка частей планера была достаточна и ровно пропитана аэролаком, наличие на ней морщин, вмятин, прорывов или намоканий недопустимо.

2. Деревянные части не должны иметь трещин, забоин, коробления или намокания. Все части, соприкасающиеся с землей, должны быть покрашены масляной краской.

3. Металлические детали, служащие для соединения его частей или для приведения в движение органов управления (кроме стяжек, тросов), должны быть окрашены и смазаны тавотом. Кроме этого, необходимо обратить внимание на правильность отверстий, служащих для соединения. Наличие овалов в них недопустимо.

4. Металлические детали должны стоять на местах, прилегая к соответствующей деревянной детали плотно и без люфта. Наличие вдавленности металла в дерево и люфтов недопустимо.

5. Болты, крепящие детали, должны быть поставлены без перекосов, достаточно затянуты, конец болта запилен заподлицо с гайкой и раскернен.

6. Тросы управления должны быть густо смазаны тавотом. В конце тросов должны иметься оцинкованные или латунные коуши. Заплетка снаружи должна быть заделана мягкой проволокой. Отступление от указанного, а также наличие ржавчины и резких перегибов — недопустимо.

7. Проволока управления и расчалки хвоста должны быть свернуты в кольца и смазаны тавотом. Концы должны быть заделаны при помощи туранов (муфт). На проволоке не должно быть ржавчины и перегибов.

8. Тендеры и соединительные валики должны находиться на своих местах, смазаны тавотом, законтрены.

9 Шарниры рулей должны быть установлены без перекосов и люфта, смазаны тавотом и законтрены.

10. Ручное и ножное управление планера должны быть смазаны тавотом, иметь легкий, но без люфта ход.

При возникновении каких-либо сомнений надлежит пользоваться «Техническим описанием планера УС-3 и ПС-1».

Сборка и регулировка планера производятся согласно соответствующей главе настоящего курса. Полетные испытания планеров типа УС-3, УС-4 и ПС-1, ПС-2 производятся по следующей программе: а) балансировочный полет—1), б) полет по прямой —1, в) полеты на развороты и проверка устойчивости и управляемости —2.

Полетные испытания вновь поступившего планера должны производиться после тщательной проверки сборки наиболее опытным инструктором организации. Все обнаруженные дефекты фиксируются актом, причем обязательно установление причин, вследствие которых они произошли. Результат приемки фиксируется актом, составляемым в трех экземплярах. Один экземпляр акта направляется на Планерный завод, второй — в организацию Осоавиахима, которой станция или кружок подчинены, третий — остается в делах станции или кружка и вкладывается в карман формуляра планера.

Хранение планеров. Большую часть своей жизни планер «проводит» в ангаре, в помещении для хранения. Отсюда совершенно очевидно, какое внимание при эксплуатации планера должно быть уделено его хранению.

Помещение для хранения, помимо достаточной площади, должно быть сухим, легко вентилируемым, светлым. Сырость и грязь способствуют разрушению. Ввод и вывод планеров из помещения, где они хранятся, должен быть свободный. Помимо оборудования для хранения планера в помещении обязательно наличие противопожарного оборудования (огнетушители, чан с водой, ломы, ведра для воды), если есть водопровод — специальный «пожарный кран» с рукавом.

Для лучшего сохранения планер необходимо хранить в помещении. Как исключение может быть допущено хранение на открытом воздухе (в течение непродолжительного времени), при обязательном соблюдении следующих условий:

а) обтяжка планера должна быть вполне исправной и покрытой аэролаком второго покрытия (цветной);

б) металлические части смазаны особо тщательно, но не чрезмерно.

Для хранения планера на воздухе необходимо выбрать место, защищенное от ветра, за постройками, оградой и т. п. Можно пользоваться оврагами, балками и т. п., при условии, что в них не попадают сточные воды, могущие повредить планер. Планер рекомендуется устанавливать носом к прикрытию (стена, забор) для предохранения от действия на него ветра. Боковой и хвостовой ветры менее опасны, так как они не создают подъемной силы. Наклонять машину на крыло не рекомендуется, так как ветер

может измениться и поднятое крыло окажется обращенным к ветру. Во всех случаях возникновения сомнения за сохранность планера обязательно оставление у планера дежурного. При хранении на открытом воздухе нескольких машин — обязательна охрана (дежурный сторож). При хранении на воздухе планер должен быть привязан к штыпорам, ввинчиваемым в землю или в крайнем случае к надежно вбитым в нее кольям.

Перед привязыванием планера необходимо подставить под лыжу — в месте крепления шасси — и под костыль подставки-козелки (высотой в 10 см., чтобы предохранить планер от действия сырости.

Привязывать планер следует за два ушка на крыльях, за лыжу около бобышки педали и за балку около киля. Штыпоры должны быть ввернуты в землю надежно. При пользовании для привязывания кольями, последние вбиваются под углом, для большей надежности и удобства закрепления веревки. Нужно учесть, что веревки при намокании натягиваются, сокращаясь в длине; поэтому, если дать им сильную натяжку, они могут искривить крылья. Привязывать необходимо, не допуская как излишнего натяжения, так и слабину, делая простые, надежные узлы, гарантирующие прочность и быстроту развязывания при необходимости. Под концы плоскостей необходимо устанавливать подпорки, состоящие из бруска с прикрепленной к верхнему концу доской, длина и наклон которой делаются по крылу, с расчетом, чтобы на ней лежали и оба лонжерона. Доска покрывается войлоком и обтягивается тканью, чтобы не поцарапать обтяжки плоскостей. Вместо подставок желательно иметь специальные козелки.

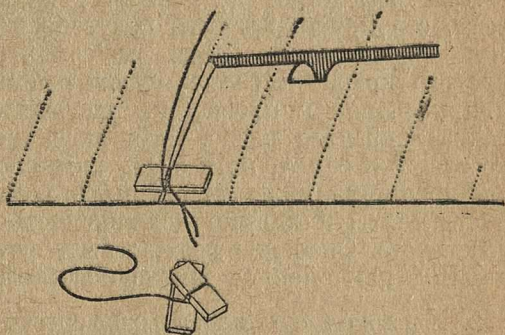


Рис. 132. Способ закрепления элеронов

Элероны закрепляются при помощи двух планок (рис. 132), связанных между собой в виде буквы «Н», вставляемой в щель, образуемую крайними нервюрами элерона и крыла (на расстоянии 20 мм от ребра обтекания). Рули закрепляются вместе с неподвижной частью (рули высоты — со стабилизатором, руль направления — с килем) при помощи гибких и прочных реек.

Кабина закрывается куском брезента так, чтобы в вырезе для пилота не получилось мешка, в котором может скопиться вода.

В зависимости от условий работы, планер может храниться в помещении в собранном, полусобранном и разобранном виде.

1. Хранение в собранном виде:

а) каждый планер в ангаре должен иметь закрепленное за ним место;

б) планер устанавливается не непосредственно на пол, а на козелки, подставляемые под лыжу, балку и под конец крыла — чтобы последнее не касалось пола;

в) планеры необходимо устанавливать боком к выходным воротам, с наклоненным в сторону ворот крылом, чтобы их не могло опрокинуть ветром.

В ангаре должна быть абсолютная чистота; после выводки машин дежурный поливает пол из лейки и затем тщательно его подметает. Категорически воспрещается хранить в ангаре аэролак, масляные тряпки, краски и другой легко воспламеняющийся материал.

2. Хранение в полусобранном виде:

Если помещение не позволяет хранить планер в собранном виде, его можно хранить полусобранном, со сложенной балкой. Для складывания балки раз'единяются расчалки, идущие от правого крыла к балке, путем выемки валика в месте крепления расчалок к плоскости, расчалки свертываются в кружок, балка заносится влево. Если этого недостаточно, можно не только сложить балку, но и снять хвостовое оперение, вынув два болта, крепящие киль (отсоединять трос ни в коем случае не следует), болты и валики должны быть немедленно поставлены на свое место. Оперение должно быть осторожно положено под крыло. Под наклоненное крыло обязательно поставить козлов.

3. Хранение в разобранном виде:

Разборка планера производится согласно указаний в соответствующей главе данного курса.

При хранении планера в разобранном виде необходимо соблюдение следующих правил:

а) Крылья устанавливаются вертикально — ребром атаки вниз, на ровный пол. Если есть сомнение в том, что под крылья может проникнуть вода или на них будет влиять сырость, крылья ставятся на стеллажи (не менее 4), устанавливаемые под нервюры — через равные расстояния. Если устанавливаются несколько крыльев, желательно устройство стоек, предохраняющих плоскости от повреждения друг от друга. Для большей надежности плоскости рекомендуется привязать за крепление заднего лонжерона к ферме и за крайний шарнир элерона.

б) Фермы хранить или в нормальном положении — на лыже, или подвесив к потолку с таким расчетом, чтобы они занимали меньше места.

в) Оперение можно подвешивать за шарниры, предварительно сняв рули.

г) Подкосы рекомендуется хранить в вертикальном положении. Вообще установка частей должна производиться так, чтобы недопускать на них никаких перегрузок. Перед установкой все части планера должны быть очищены от пыли и грязи. Подмоченные части должны быть просушены. Металлические части вычищены, протерты и смазаны тавотом, расчалки и тросы свернуты

в кольца (без перегибов), связаны и обмотаны промасленной лентой.

В помещении и к частям должен быть оставлен свободный проход.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему к планеру необходимо особенно внимательное отношение?
2. Что такое категории планера, перечислите их и укажите, что разрешено для каждой категории?
3. В каких случаях планер до срока переводится в другую категорию?
4. Как перевозятся планеры?
5. Какой порядок приемки планеров и на что необходимо обращать основное внимание при приемке?
6. Для чего производится летные испытания?
7. Что такое формуляр планера?
8. В чем заключаются основные требования к ведению формуляра?
9. В каком состоянии должен быть планер, устанавливаемый для хранения в помещении?
10. Можно ли хранить планер на воздухе? Какие требования предъявляются к месту?
11. Что необходимо сделать с планером при хранении его на воздухе?
12. Что называется хранением планера в полусобранном виде? Как для этого подготавливается планер?
13. Какие основные правила при хранении планера в разобранном виде?
14. Какие меры во всех случаях должны быть предприняты?

Глава 24

СБОРКА, РАЗБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ПЛАНЕРОВ УС-3, УС-4 И ПС-1, ПС-2

Сборка. Место для сборки или разборки должно быть защищено от ветра. Желательно производить эту работу в помещении, допуская сборку вне помещения, как исключение. При ветре более 8 м/сек производить сборку и разборку на открытом воздухе воспрещается.

Сборка и разборка в помещении может производиться, как минимум, тремя планеристами. При сборке на открытом воздухе — планер обязательно ставится хвостом к ветру. Все части планера, независимо от места работы, должны находиться под наблюдением.

Сборка должна производиться без всякой подгонки. Наличие последней расценивается как дефект. Все части планера должны соединяться плотно и без люфта. Наличие люфта недопустимо. Соединительные валики и болты должны входить в предназначенное для них отверстие свободно от руки или ударов легкого молотка и без люфта. При разборке валики немедленно ставятся на свое место и во избежание утери кончаются. Хранение их отдельно от планеров, категорически воспрещается.

Работа по сборке (разборке) требует следующего инструмента:

- а) ключи гаечные с зеvom 8—10 мм (желательно шведские № 1) — 2 шт.;
- б) молоток 400 г — 1 шт.;
- в) бородки для направления ушков — 2 шт.;
- г) плоскотубцы универсальные — 1 шт.;
- д) шпильки для заворачивания тендеров — 2 шт.

Перед сборкой части планера тщательно просматриваются. Убедившись в их полной исправности, можно приступить к сборке. Для этого подготавливается «рабочее место» — части планера располагаются на полу, соответственно месту их установки, т. е. правая плоскость с правой стороны пирамиды, левая — с левой, подкосы — по два с каждой стороны, оперение — сзади балки. Лежащие части должны быть поставлены в правильное положение относительно ветра (рис. 133).

Сборка планера начинается с соединения центральной фермы с хвостовой балкой. Для этого вынимается болт из крепления фер-

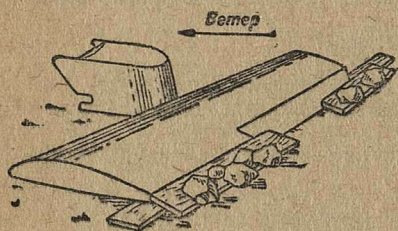


Рис. 133. Установка частей планера при сборке его на воздухе

мы, затем корневая часть балки ставится между ушками фермы, вставляется болт (сверху вниз), заворачивается гайка, болт удерживается за головку ключом, Затягивать гайку очень туго не следует. После затяжки гайка шпилькуется.

Соединив ферму с балкой, приступают к сборке оперения, для чего, вставляя киль креплениями в прорези стабилизатора (обрат-

тить внимание, чтобы крепления подкосов стабилизатора оказались с верхней стороны) и вынув болты из хвостовой балки, устанавливают оперение на свое место, вставляют болты — затягивают гайки, затем устанавливают подкосы и закрепляют их валиками и контрят.

Установив оперение, устанавливают крылья, для чего, подняв левое крыло вровень с перекадиной фермы (предварительно вынув валики из креплений), направляют его креплениями по сторонам креплений фермы, вставляют валики так, чтобы головка валика приходилась со стороны крепления крыла. Валики контрятся булавками. Поднимая крыло за конец, присоединяют подкосы сначала к плоскости, вставляя валики сверху вниз (обратить внимание на правильное положение подкосов по обтеканию), затем закрепляют подкосы к ферме. При этом необходимо следить, чтобы тросы управления проходили по верху переднего подкоса. Валики вставляются также сверху вниз.

Аналогичным способом устанавливается правое крыло. Для соединения системы управления элерон поддерживается несколько выше горизонтального положения, при этом соединяют вертикальную тягу управления элерона с рычагом и, вставив и законтрив валик, проверяют правильность положения элерона. Регулировка производится до тех пор, пока элерон при нейтральном положении ручки не будет иметь провес не более 5—7 мм. (Провес измеряется по торцевым нервюрам крыла и элерона.) По достижении правильной регулировки тяга контрится. Так же поступают с другим элероном¹.

¹ При вращении жесткой тяги при регулировке рекомендуется ее отсоединять от коромысла ручного управления.

Вслед за тем навешиваются рули высоты и руль поворотов. Еще при невыпрямленной вполне балке разматываются и соединяются проволоки и тросы управления. Верхний трос руля высоты, разветвляющийся на две проволоки, присоединяется к верхним ушкам кабанчиков рулей (правильность присоединения устанавливается отклонением ручки — при даче на себя трос уходит к пирамиде). Проволоки от второго троса присоединяются к нижним ушкам кабанчиков. Все тандеры развертываются до задержки их на последних 2—3 нитках резьбы, балка выпрямляется, расчалки присоединяются к ушкам на крыльях, слабина выбирается.

Регулировка. Регулировка заключается в придании планеру правильной геометрической формы, а его частям — правильного положения относительно друг друга. Регулировка схемы у планеров УС-3 и УС-4 и ПС-1 и ПС-2 сводится к правильной установке крыльев хвостовой балки и оперения.

Перед регулировкой схемы необходимо посадить одного из учелетов в кабину, с тем чтобы хвостовая часть балки поднялась и не касалась земли. Затем, путем промера рулеткой или шпагатом расстояния от коня балки в месте крепления костыля до внешнего торца заднего лонжерона каждого крыла устанавливается, нет ли разницы в расстояниях, разница уничтожается путем регулировки соответствующими тандерами, углы атаки крыльев проверяются рейками, как показано на рис. 134. Так же проверяется симметрия положения кия (замеривается расстояние от верхней оконечности кия до внешнего торца заднего лонжерона).



Рис. 134. Способ регулировки углов атаки крыла

Регулировка рулей высоты. При ручке, установленной в нейтральном положении (перпендикулярно верхней полке лыжи), путем подкручивания тандеров, добиваются такого положения рулей, при котором они как бы составляют продолжение стабилизатора. Руль направления регулируется аналогичным способом. При нейтрально поставленной педали руль составляет продолжение кия.

По окончании регулировки проверяют правильность действия управления. Необходимо, чтобы управление было мягким и тросы не были слишком натянуты, но и не имели слабину.

При отклонении ручки влево — левый элерон поднимается, правый опускается (и наоборот). При взятии ручки на себя рули высоты поднимаются, при отдаче — опускаются. При даче левой ноги руль поворотов отклоняется влево (и наоборот).

При сборке необходимо соблюдать следующие основные правила:

а) Перед наворачиванием гаек на резьбу болта, перед установкой валиков, их обязательно протирают, очищают от грязи, затем смазывают тавотом.

б) При соединении тандеров поступают так же. При соединении тандера наворачивают его на тело ушков равномерно (захватив

сразу одинаковое количество ниток резьбы). При раскручивании для регулировки оставляют завернутыми не менее 5—6 ниток резьбы. В случае, если укорачивать или удлинять тандером не представляется возможности, необходимо удлинить или укоротить расчалку. При этом нужно запомнить, что разгибание петли и поделка тут же новой — недопустимы, так как проволока ослабевает. В этом случае расчалку необходимо заменить другой.

в) Все трущиеся детали управления протирают и смазывают тавотом.

Собранная и отрегулированная машина должна быть тщательно осмотрена (см. «Осмотр перед полетами»).

Разборка планера. Разборка планера производится в порядке, обратном сборке, при соблюдении тех же основных правил. Разобранный планер хранится, как было указано выше.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подготовить рабочее место для сборки?
2. Какой инструмент необходим для сборки планера?
3. Как подготовить к сборке части планера?
4. Как расположить части планера и предохранить их от ветра, если сборка производится на воздухе?
5. Как соединяется ферма с хвостовой балкой?
6. Как собирается горизонтальное оперение?
7. Как навешиваются крылья?
8. Какой провес элеронов допустим и как он измеряется?
9. Как собирается и устанавливается вертикальное оперение?
10. Что такое регулировка?
11. Как регулируются крылья?
12. Как регулируются рули высоты?
13. Какие основные требования к сборке планеров в отношении соответствия деталей друг другу?
14. Какие требования предъявляются к тандерам?
15. Почему все болты, шарниры и валики должны быть законтрены и законтрены немедленно по их установке?

Глава 25

РЕМОНТ ПЛАНЕРОВ И УЧЕТ ИХ РАБОТЫ

Виды ремонта. Следует различать полевой и стационарный виды ремонта.

1. Полевой ремонт — проводится на старте, под руководством инструктора, силами учлетов, при использовании инструментов и материалов, имеющихся в стартовой инструментальной сумке.

К полемому ремонту относятся:

- а) накладка заплат на обтяжку пирамиды, плоскостей, оперения;
- б) замена оборвавшейся сержки, расчалок;
- в) замена амортизатора шасси;
- г) мелкий ремонт с'емного обтекателя и т. п.

2. Стационарный ремонт — требующий продолжительного времени, сушки детали, поделки новой детали, частичной или полной разработки планера, производится в условиях мастерских. В свою очередь стационарный ремонт может быть: а) текуще-предупредительный — укрепление расшатавшихся шар-

ниров, кабанчиков, рулей, устранение люфтов, валиков крепления плоскостей к ферме, подкосов и т. д.; б) капитальный ремонт — ремонт основных частей планера (крыльев фермы, балки, оперения) с заменой отдельных деталей, сопровождающийся тщательнейшим осмотром всего планера, проверкой всех деталей с устранением их дефектов.

Всякий ремонт, особенно предупредительный, проводится на основах подробнейшего планового осмотра машин, который рекомендуется производить не только в полетные дни, перед выходом группы на полеты и перед вылетом машины, но также примерно раз в декаду специальной комиссией, или руководством станции или кружка, по утвержденному плану. Результатом данного осмотра является дефектная ведомость, подробно фиксирующая состояние планера и необходимый ремонт. Данные осмотра заносятся в формуляр планера и служат не только мерой борьбы за отличное состояние материальной части, но и наглядно показывают, как прикрепленные к машине инструктор и группа относятся к ее сбережению.

При хорошей эксплуатации планера, систематическом ведении предупредительного ремонта, надобность в капитальном ремонте если не отпадает, то во всяком случае срок службы планера до капитального ремонта безусловно возрастает.

Это подтверждается словами т. Сталина: «До сих пор еще не хотят понять, что основу ремонта составляет текущий и средний ремонт, а не капитальный» (из доклада на XVII съезде ВКП(б)).

Практика эксплуатации планеров в Казанской летно-планерной школе наглядно иллюстрирует правильность этих слов. В школе имеется несколько планеров, полностью вылетающих нормы, имеющих 2 250—2 350 посадок, без капитального ремонта. Этому школа добилась хорошей постановкой предупредительного ремонта.

Практические указания по производству ремонта. Каждому инструктору рекомендуется иметь комплекс инструментов, необходимый для работы на планере, и ремонтный материал, хранящийся в переносном ящике или в сумке, а при производстве полетов находящийся на старте.

Перечень инструментов

1. Молоток 200—400 г	1 шт.
2. Ключ шведский № 1 или 2	1 »
3. Плоскогубцы (желательно универсальные)	1 »
4. Отвертка (средняя)	1 »
5. Нож перочинный	1 »
6. Кусачки	1 »
7. Шило	1 »
8. Игла	1 »
9. Напильник 3-гранный	1 »

Ремонтный материал

1. Проволока стальная 1,5- и 2-мм	10 м
2. Шурупы разные	1 кг
3. Туроны (муфты) для расчалок	10 шт.
4. Танцеры	2 »
5. Проволока коноватая 0,5-мм	5 м
6. Булавки коноватые	10 шт.

7. Гвозди оцинкованные	100 г
8. Амортизатор 15—18-мм	1 м
9. Мадепо а.ч.	1 м
10. Нитки суровые	10 м
11. Флакон аэролака 1-го покрытия	1 шт.
12. Тавог	100 г

Комплект инструментов для мастерской подбирается в соответствии с потребностью планерной станции — кружка, в него необходимо включить также слесарный и столярный инструмент. Помимо инструмента, необходимо иметь для ремонта: фанеру авиа-

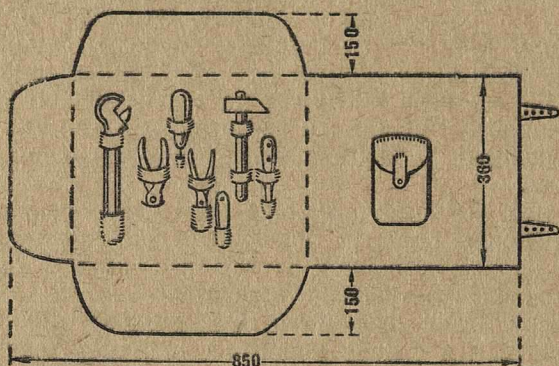


Рис. 135. Инструментальная сумка

ционную разных сечений (от 1 до 5 мм), рейки соответствующих к планеру сечений, аэролак, казеин, гвозди, трос, стальную проволоку, листовую сталь, мадеполам, нитки и т. п.

Для полевого ремонта необходимо иметь на старте сумку (рис. 135) со следующим инструментом:

1. Молоток 200—400 г	1 шт.
2. Ключ шведский или постоянный набор	1 »
3. Пассатижи или плоскогубцы	1 »
4. Круглогубцы	1 »
5. Отвертка 6-мм	1 »
6. Нож перочинный	1 »
7. Шило	1 »
8. Игла	1 »

Склейка казеиновым клеем. Клей разводят водой комнатной температуры: на одну часть клея 1,35 чистой воды, тщательно размешивая в течение 10 мин. Клей годен к употреблению в течение 4 часов. Застывший клей к употреблению негоден. Сухой клей хранится в металлической или стеклянной наглухо закрытой посуде. В жаркую погоду (при температуре свыше 20°) следует растворять одну часть клея с двумя частями воды, причем способность склеивания сохраняется в течение 6 часов. Для разводки клея употребляется только чистая посуда.

Для склейки нужно смазать обе склеиваемые поверхности тонким ровным слоем клея, после чего подождать 3—6 минут, затем приложить одну часть к другой и запрессовать (зажав склеиваемые

мые части в струбчинки). Нормальная просушка должна производиться в течение суток.

При сращивании полок или реек необходима тщательная подгонка склеиваемых поверхностей. При сращивании «на ус» (рис. 136), как правило, необходим скос 1:10, например при сращивании полок лонжеронов, сечение которых равно 10 мм, длина скоса делается 100 мм.

Покрытие эмалитом. Покрытие эмалитом 1-го слоя натягивает ткань. Покрытие эмалитом 2-го слоя отделяет внешний вид, предохраняет и придает эластичность. Крыть следует быстро, ровным тонким слоем, слегка нажимая кистью и проходя ею по одному и тому же месту возможно меньшее число раз, не более



Рис. 136. Склеивание «на ус»

2—3. Направление мазков вдоль нервюр. Кисть должна употребляться шириной 100—120 мм, средней мягкости. Второе покрытие рекомендуется производить не ранее чем через 4 часа после первого. Покрытие следует производить отнюдь не при ветре и без наличия пыли. Рекомендуется кроме этого покрыть планер цветным аэролаком — 2 раза. Покрытие эмалитом разрешается только при полной пожарной безопасности, в большом удалении от огня.

Накладка заплат. Прорванную обтяжку зашивают (шов елочкой); вырезают из мадеполама или перкала заплату и, выдержав по краям ее несколько рядов ниток, делают таким образом бахрому. Обтяжку смазывают эмалитом первого покрытия, накладывают заплату на место, расправляют ее и дают просохнуть. В случае если ремонтируемая обтяжка была покрыта цветным эмалитом перед наложением заплаты, его необходимо осторожно удалить, счистив шкуркой. Если прорыв больших размеров, то перед зашивкой желательно растворить имеющийся на обтяжке (вокруг прорыва) эмалит растворителя и зашить, пока он не засох.

Металлические детали. При их деформации или поломке, они, как правило, не ремонтируются, а заменяются новыми, что ввиду массового производства их на Планерном заводе вполне доступно.

Ремонт лыжи. а) Следует снять металлические детали около места поломки и сиденья (если это необходимо).

б) Содрать с поломанного места переклейку с таким расчетом, чтобы можно было сделать стыки листов обшивки «на ус» из одной из бобышек. Можно для этой цели вставить дополнительные бобышки сечением 30×40 мм.

в) Удалить из полок гвозди и срезать полки под углом 1:5.

г) Изготовить отрезы рейки сечением 30×40 мм, пристрогать к полученному вырезу и, подложив под полку в сращиваемом месте возможно более длинный брусок сечением 30×40 мм, склеить все вместе казеиновым клеем и зажать в струбчины.

д) На другой день снять струбины, поставить бобышку под сломанное место, зачистить всю наружную поверхность и заклеить вскрытый пролет лыжи 3-мм переклейкой, соединив ее с соседними листами «на ус» (склейка под давлением).

Аккуратно починенная лыжа при соблюдении всех перечисленных условий не препятствует зачислению планера во 2-ю категорию, если поломка произошла не за сиденьем.

Ремонт лонжерона. Допускается только с разрешения планерной станции, к которой приписан кружок. Перед окончательной заделкой отремонтированного лонжерона должен быть предъявлен компетентному представителю станции для осмотра. Склоны склеиваемых концов «на ус» делаются под углом не меньше 1:10. Обязательна подклейка под склеиваемым местом добавочной планки.

Любой планер, имеющий отремонтированный лонжерон, переходит в 3-ю категорию.

Ремонт нервюр. Для починки нервюр необходимо:

Рис. 137. Способ ремонта нервюры

а) Разрезать обтяжку по середине ребра атаки и средней стенки крайней нервюры.

б) Постепенно подрезая нити прошивки, отвернуть освобожденную часть обтяжки к элерону.

в) Удалить сломавшиеся концы.

г) Вставить между средней и нижней полками нервюр отрезки реек 6 × 6 мм нужной высоты.

д) Смазать вставленную рейку и полки около нее клеем и охватить лентой мадеполама шириной 12—15 мм по вертикали. Концы ленты завязать вокруг стоечки (рис. 137).

е) Для восстановления обтяжки прикрепить разрезанный край к обшивке ребра атаки, заклеить разрез лентой мадеполама в 30—40 мм шириной, прошить и покрыть аэролаком первого покрытия.

Более сложный ремонт необходимо выполнять, руководствуясь техническими сведениями, даваемыми в техническом описании планеров УС-3 и ПС-1 инженера Антонова.

В связи с тем, что от качества ремонта планера зависит его дальнейшая эксплуатация и безаварийность, необходимо недопускать никаких недоделок, изменений, ослабляющих детали, строго выдерживая сроки просушки склеиваемых деталей и т. п.

При возникновении малейшего сомнения в целостности той или иной части детали допускать планер к полетам нельзя до тех пор, пока не будет полной гарантии в его исправности.

Учет. Без правильного и хорошо поставленного учета работы планера как инструктор, так и станция или кружок в целом никогда не сумеют хорошо наладить свою работу, так как без учета нельзя знать особенностей машины, степени ее изношенности, потребности

в ее ремонте, не говоря уже о том, что без учета невозможно соблюдение эксплуатационных норм.

Полеты на планере, работа которого не учитывается, будут производиться «на-авось» — вслепую.

Основой учета работы планера является его формуляр — паспорт. В настоящее время планеры, выпускаемые заводом, обязательно снабжаются формуляром, в котором инструктор, работающий на планере, после каждого полетного дня обязан производить записи о налете, о замеченных и устраненных дефектах, о летных происшествиях.

Кроме формуляров на станции и в кружке должен вестись дневник налета планеров, в котором фиксируются количество полетов, совершенных на планере, отдельно за каждый день, поломки, аварии, произведенный ремонт. Сведения заносятся в дневник на основании формуляра и являются отражением итогов работы планерного парка, станции или кружка. Дневник ведется инструктором, выполняющим обязанности начальника летно-технической части. Начальник станции обязан периодически проверять правильность ведения инструкторами формуляров и дневника налета планеров.

Раз в месяц кружок или станция представляют в вышестоящую организацию Осоавиахима — которой они подчинены — сводку о работе и состоянии материальной части по форме, установленной Управлением авиации Осоавиахима СССР.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды ремонта планеров применяются в планерной практике?
 2. В чем задача предупредительного ремонта?
 3. Что такое полевой ремонт?
 4. Как производится склейка казеиновым клеем?
 5. Какие имеются два основных сорта эмали и их назначение?
 6. Какова техника покрытия эмалитом I и II слоя?
 7. Где нельзя поправить крылья эмалитом?
 8. Как производится накладка заплат?
 9. Что делать при погнутости металлических деталей?
 10. Как ремонтировать лыжу?
 11. Почему к склейке лонжерона надо подходить с особой тщательностью?
 12. Как производится склейка лонжерона?
 13. Как производится ремонт нервюр?
 14. Для чего служит формуляр планера?
 15. Что записывается в формуляр?
 16. Что записывается в дневник налета планеров?
 17. Кому кружок и станция должны представлять ежемесячные сведения о своей работе?
-

ЧАСТЬ VII

ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЕОРОЛОГИИ ПЛАНЕРИЗМА

Глава 26

ПОНЯТИЕ О МЕТЕОРОЛОГИИ И ЕЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Понятие о метеорологии. Метеорологией называется наука, изучающая физические явления, происходящие в окружающем нас воздухе. Метеорология изучает по преимуществу те явления, которые имеют непосредственное отношение к погоде и которые происходят в ближайших к земле слоях воздуха. Вопросами более высоких слоев занимается аэрология. Так как явления, происходящие в нижних слоях, находятся в тесной связи с явлениями, происходящими у земли, метеорология и аэрология являются науками, тесно связанными и взаимно помогающими одна другой.

Понятие об атмосфере. Шарообразное тело земли окружено газовой оболочкой, так называемой атмосферой, толщиной в несколько сотен километров. Состав этого газа у земли и на высоте до 30 км можно считать однородным, он представляет собой смесь различных газов (78% по объему азота, 21% — кислорода и в небольших количествах ряд других газов), представляя собою то, что мы обычно называем воздухом.

Тропосфера и стратосфера. По мере удаления от земли плотность воздуха, как мы знаем, постепенно уменьшается. Одновременно с этим постепенно понижается и температура.

Установлено однако, что постепенное понижение температуры воздуха происходит только в слое воздуха, окружающем землю на расстоянии около 12 км (у полюса) и 18 км (у экватора). В более высоких слоях это дальнейшее понижение температуры (доходящей до -55°) приостанавливается и возможно даже ее повышение.

Первый слой атмосферы, в котором температура по мере удаления от земли уменьшается, носит название тропосферы, а следующий за ним, где температура остается более или менее постоянной, а возможно иногда и повышается, носит название стратосферы.

Явления, происходящие в тропосфере — слое, непосредственно граничащем с землей, носят значительно более бурный и непостоянный характер, чем в стратосфере. В тропосфере происходит постоянное перемешивание, движение воздушных масс, часто меняющих направление и скорость перемещения, в то время как в стратосфере движения воздушных масс значительно более спокойны, более длительны, более постоянны и охватывают значительно большие пространства.

Перемещение воздушных масс в тропосфере, постоянная смена отдельных крупных участков воздуха другими¹, их встречи друг с другом, как раз и обуславливают то, что принято называть погодой, которая устанавливается над данным местом, в зависимости от того, какие воздушные массы над ним находятся, какова их температура, плотность, какова скорость их движения (ветер), какова влажность воздуха и т. п.

Солнце как источник энергии атмосферы. Все это происходит от того, что земля нагревается солнцем и различные участки земной поверхности (земля, суша — лес — песок, водные пространства) нагреваются в разной степени. Эти участки неравномерно нагревают нижние слои воздуха, он неравномерно расширяется и в отдельных участках поднимается, в других — опускается. Движение любой массы воздуха вызывает движение другой, или сдвига ее, или втягивая на свое место. Если в одном месте воздух сжат — в другом свободен, сжатый стремится переместиться за счет менее сжатого и т. п.

Основные метеорологические элементы. При своем постоянном перемещении воздух обтекает неподвижные или движущиеся ему навстречу предметы. Это явление есть не что иное, как ветер. Но ветром обычно называется перемещение воздуха по земле или параллельно земле. Когда же массы перемещаются вверх, явление носит название *восходящего потока*, перемещение вниз обычно называется *нисходящим потоком*.

В воздухе растворена в том или ином количестве влага, образующаяся от испарения рек и морей, роса и т. п. При определенных условиях эта влага осаждается в виде тумана, облаков и в виде дождя, снега, росы, инея и т. п. — в виде так называемых осадков. Все эти явления тесно связаны между собой. Поэтому при изучении метеорологии необходимо изучать все эти явления для того, чтобы получить общую цепь всех причин, вызывающих погоду, цепь, которую нельзя составить, не имея хотя бы одного из этих основных звеньев.

(1. **Температура воздуха.** Воздух — теплопрозрачен, и солнечные тепловые лучи (лучи испускания) проходят сквозь воздух, почти не нагревая его. Этими лучами нагревается земля, и путем прикосновения к нижним слоям воздуха земля передает

¹ Что не следует смешивать с частными перемещениями более ограниченных участков.

тепло, полученное от солнца, также и воздуху. Естественно поэтому, что у земли воздух теплее, чем на высоте. Исключения из этого правила происходят лишь из-за перемешивания воздушных масс при постоянном стремлении всей массы всего воздуха уравновеситься, т. е. установиться в состоянии, при котором нижние слои более теплого воздуха покрываются слоями менее теплого воздуха.

Ночью земля, не нагреваемая солнцем, остывает. Она излучает полученное ею тепло в атмосферу; чем более открыто небо (нет облаков), тем это остывание происходит сильнее. Остывшая земля не нагревает соприкасающийся с ней воздух, который тоже остывает, передавая верхним слоям полученное от нее тепло. Охлаждаясь, воздух сжимается, становится более плотным и тяжелым. Он не стремится кверху.

Поэтому зимой атмосфера в нижней ее части значительно более спокойна.

Но утром, когда под косыми лучами солнца земля начинает нагреваться, нижние слои воздуха начинают получать у нее тепло и расширяться; теряя в своем весе, они начинают подниматься, и начинается перемешивание, о котором говорилось выше.

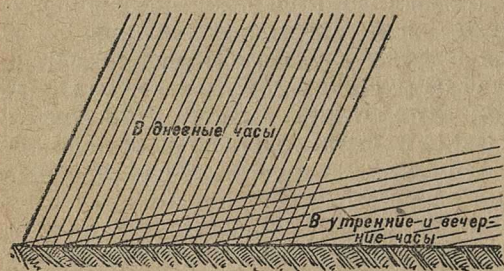


Рис. 138. Число лучей солнца, падающее на поверхность земли при различных углах стояния солнца

По мере того, как косые лучи солнца с его восходом становятся все более и более прямыми и на поверхность земли падает большее число лучей (рис. 138), нагревание земли все более и более усиливается, усиливается и перемешивание. Оно становится все более и более бурным и быстрым. Этим и объясняется, что к середине дня в воздухе — наиболее порывистые и беспокойные ветры. Планер (или самолет) в это время сильно болтает, тогда как в утренние и вечерние часы полет значительно более спокоен.

Как бы все же ни были сильны эти перемешивания, они не изменяют общей картины понижения температуры с высотой, и можно считать в среднем, что на каждые 100 м высоты температура воздуха понижается на $0,6^\circ$ (зимой несколько меньше, летом несколько больше).

Величина понижения температуры на каждые 100 м высоты носит название вертикального температурного градиента. Однако, даже при сравнительно спокойном состоянии атмосферы, можно сплошь и рядом встретить неожиданное повышение температуры в пределах тропосферы и притом довольно

Смешиваясь с соседними массами, нагретый воздух вытесняет их частично на свое место и частично их нагревает. Получаются нисходящие и восходящие потоки воздуха.

Это движение носит название конвекционных токов, или конвекции.

устойчивое, когда довольно значительный слой теплого воздуха оказывается (на некоторой высоте) между нижним и верхним более холодными слоями.

Это явление носит название *инверсии*. Они бывают двух родов — так называемые нижние инверсии и динамические инверсии. Нижние инверсии происходят при быстром остывании земли ночью или зимой, когда одновременно с этим нижние слои воздуха отдают тепло земле в то время, когда более высокие слои еще остаются теплыми.

Если после ночного остывания земля днем снова нагревается, нижние инверсии, благодаря перемешиванию, быстро исчезают. Зимой они способны удерживаться значительно дольше.

Динамические инверсии происходят вследствие натекания масс теплого воздуха на холодные массы.

Изменения температуры являются одним из важнейших источников метеорологических явлений, в зависимости от которых изменяются все остальные метеорологические элементы — плотность воздуха, его влажность, осадки и т. п. Поэтому особенное внимание необходимо уделить изменениям температуры воздуха, воды и почвы.

Для того чтобы иметь суждение о погоде, надо знать, прежде всего о том, какие воздушные массы, откуда и куда перемещаются.

Поэтому при всякого рода метеорологических наблюдениях, производящихся во многих точках одновременно, записи температуры имеют огромное значение. Имея записи температуры на определенный час во многих точках можно установить например, что с севера или с запада движется холодная масса воздуха, а масса более теплого воздуха вытесняется им, скажем, к югу или востоку. Зная примерную скорость такого перемещения, можно уже в известной мере предсказывать погоду.)

Имея записи температуры в определенный час в разных пунктах и соединяя линиями на карте пункты с одинаковыми температурами, мы получим картину и форму воздушной массы равных температур. Линии, соединяющие одинаковые по температуре пункты, носят название изотерм. Разность температур на определенное расстояние по горизонтали носит название горизонтального температурного градиента.

Температура, как мы знаем, измеряется термометром. Обычно применяются термометры со шкалой Цельсия, у которой 0° соответствует температуре таяния снега и 100° — точке кипения воды (при нормальном давлении). Имеются термометры, записывающие изменения температуры, так называемые термографы.

2. Давление воздуха. Давление воздуха, как мы уже знаем, происходит от силы тяжести слоев воздуха, давящих друг на друга. Понятно, почему с высотой это давление уменьшается. В тесной связи с давлением находится и плотность воздуха. Где он более сжат — там он более плотен, так как то же число частиц помещается уже в меньшем его объеме.

Как мы уже говорили (см. «Теорию полета»), нормальным давлением воздуха считается давление в 1033 г на 1 см^2 , равное давлению ртутного столба высотой в 760 мм.

Однако, в метеорологии давление принято измерять другой единицей. За единицу давления принят так называемый бар. Один бар соответствует (меньше на незначительную величину) нормальному давлению. Бар делится на тысячу миллибаров. Таким образом, давление обычно измеряется миллибарами.

Естественно, что если мы имеем два соседних участка над земной поверхностью, из которых в одном давление больше, чем в другом, то массы воздуха участка с большим давлением начнут этим давлением вытесняться в участок с меньшим давлением, и начнется перемещение масс, создающее ветер и влияющее на погоду.

Поэтому одновременно с измерением температуры в разных пунктах ведутся и измерения давлений, что также помогает следить за перемещением масс.

Так же, как с температурой, поступают и с записью показаний пунктов с одинаковым давлением. Записав величину давления в определенный один и тот же час во всех пунктах и отметив их на карте, пункты с одинаковыми давлениями соединяют линиями и получают картину изменения давления во всей массе на требуемом участке, где производились измерения.

Эти линии носят название *изобар*. Разница в давлении между изобарами на определенном расстоянии носит название *барометрического градиента*. Если он измеряется в вертикальном направлении, он носит название *вертикального барического градиента*.

Давление измеряется *барометром*. В тех случаях, когда необходимо иметь наблюдение за постепенным изменением давления, применяют приборы-самописцы, так называемые *барографы*.

3. Влажность. Влажностью воздуха называется количество растворенного в нем водяного пара. Количество этого пара на 1 см^3 воздуха, взвешенное в граммах, называется *абсолютной влажностью*.

Количество влаги, растворенное в воздухе, не может быть беспредельным. Есть предел, после которого прибавление к воздуху влаги в виде паров заставит их избыток выделиться в виде воды (капли дождя, облака, состоящие из мелких капелек, туман).

Степень насыщения воздуха влагой зависит от температуры воздуха. Чем выше температура, тем больше влаги может растворить воздух. Например:

При температуре	0°	1 м^3 воздуха может растворить	4,9 г	водяных паров		
»	$+10^\circ$	1 м^3	»	»	»	»
»	$+20^\circ$	1 м^3	»	»	»	»

При этих температурах и этих количествах растворенных водяных паров воздух достигает насыщения и больше растворить в себе влаги не будет.

Если мы воздух, имеющий при температуре $+20^\circ$ 17,3 г растворенных в нем водяных паров, охладим до $+10^\circ$, то излишек водяных паров в 5,9 г на 1 м^3 должен будет выделиться в виде капелек, соединяющихся в облако, и т. п. Это выделение носит название *конденсации*.

Та температура, при которой происходит конденсация влаги, заключенной в воздухе, называется *точкой росы*.

Обычно утренняя роса именно поэтому и происходит. Особенно сильная роса бывает при ясном небе, когда сильно охлажденная

за ночь лучеиспусканием земля охлаждает влажный воздух и приводит его в состояние перенасыщения.

От абсолютной влажности надо отличать так называемую относительную влажность. Под относительной влажностью понимается отношение абсолютной влажности, т. е. количество водяных паров, растворенных в воздухе, к количеству, насыщающему воздух. Выражается она обычно в процентах. Например, если в 1 м^3 воздуха содержится 4,7 г водяных паров, а чтобы его насытить требуется 9,4 г, то это значит, что относительная влажность этого воздуха составляет $\frac{4,7}{9,4} 100 = 50\%$, т. е. что этот воздух насыщен на 50%.

Отсюда понятно происхождение облаков. Чем больше влаги в воздухе и меньше его температура, тем больше и ниже облачность. Этим и объясняется то, что зимой мы чаще, чем летом, наблюдаем сплошную облачность.)

Влажность измеряется специальными приборами. Одним из таких приборов является волосной гигрометр. Он основан на том, что обыкновенный волос, впитывая в себя влагу, удлиняется. Прибор состоит из рамки со шкалой, на которой натянута волос, укрепленный в верхней ее части, где имеется регулятор (винтовой). Опускаясь вниз, волос обматывает блок с прикрепленной на блоке стрелкой. На конце волоса имеется груз.

Более сложный прибор так называемый психрометр, состоит из двух термометров, из которых один вокруг резервуара с ртутью обернут влажным батистом. Чем более влажен воздух, тем меньше испарения дает этот батист и тем меньшая потеря тепла получается у этого термометра по сравнению с сухим. На основе сравнений показаний обоих термометров и производится вычисление влажности.

(Давление и влажность воздуха влияют на его плотность. Чем больше давление и меньше влажность, тем плотность воздуха больше.)

4. Облака. Влага, находящаяся в воздухе, конденсируется чаще всего в виде облаков, образующихся на разной высоте. Они разделяются на следующие группы или семейства.

А. Верхние (6 000 м и выше): 1) перистые, 2) перисто-кучевые и 3) перисто-слоистые (рис. 139, 140, 141 и 142).

Б. Облака среднего яруса (от 1 000 до 7 000 м): 1) высококучевые и 2) высокослоистые (рис. 143 и 144).

В. Облака нижнего яруса (от земли до 2 000 м): 1) слоисто-кучевые и 2) дождевые (рис. 145 и 146).

Г. Облака восходящих токов (от 500 м и выше до 6 000 м): 1) кучевые и 2) кучево-дождевые (рис. 147 и 148).

Д. Приподнятый туман (от поверхности земли до 1 000 м).

При составлении метеорологической карты облачность заносится на карту в виде кружочков. В зависимости от того, какая часть неба закрыта облаком, такая же часть кружочка зачеркивается.)

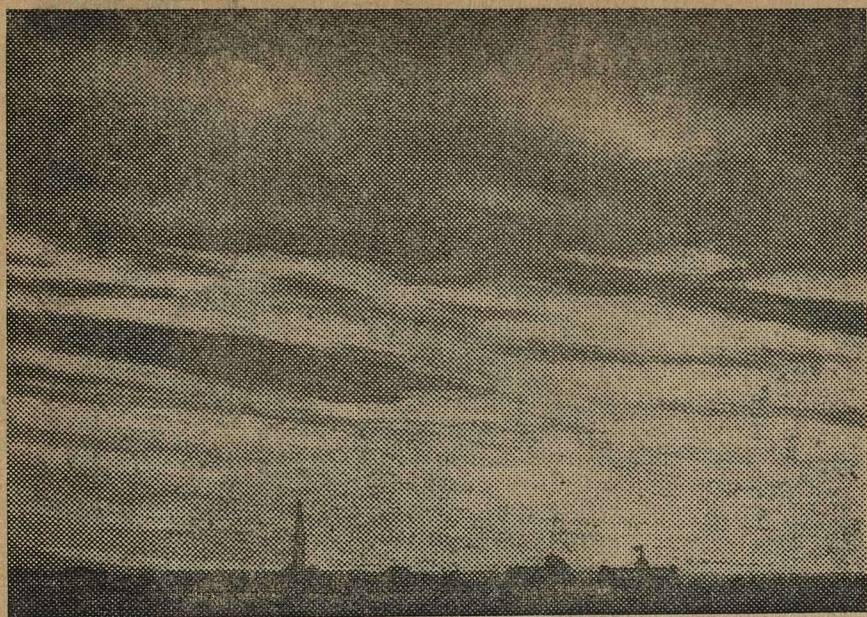
(Облака, как мы увидим далее, являются признаком, сопутствующим ряду явлений в атмосфере (так наз. фронтам). Для планеристов особый интерес представляют облака восходящих токов.



Рис. 139. Перистые облака



Рис. 140. Перисто-кучевые облака



Р и с. 141. Перисто-слоистые облака (сплошные)



Р и с. 142. Перисто-слоиные облака (с просветами)

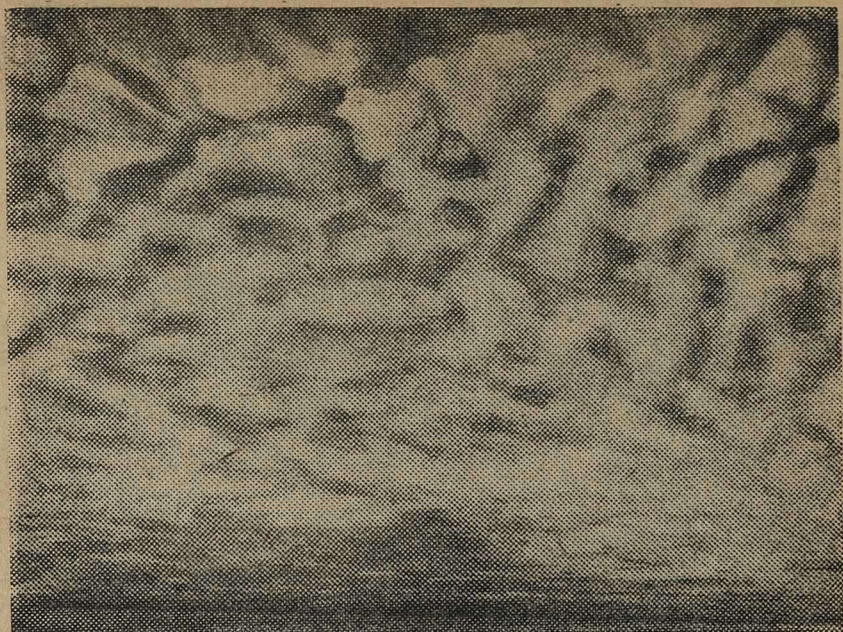


Рис. 143. Высокочучевые облака



Рис. 144. Высокослоистые облака



Р и с. 145. Слоисто-кучевые облака



Р и с. 146. Дождевые облака

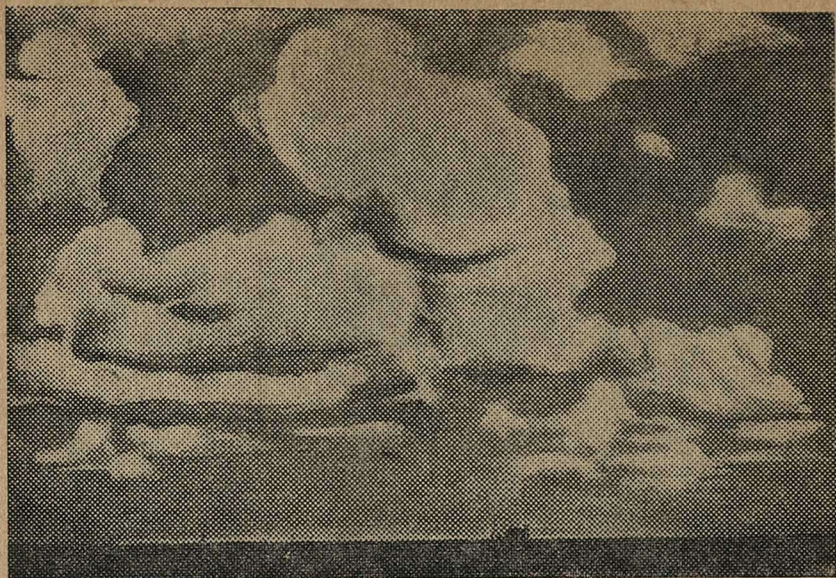


Рис. 147. Кучевые облака

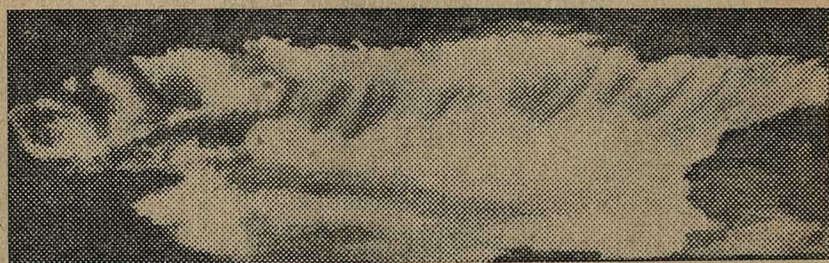


Рис. 148. Кучево-дождевые облака

5. Ветер. Одним из существенных метеорологических признаков (элементов) является ветер. Так как ветер играет в планировании значительную роль и связан с потоками обтекания, ему посвящена отдельная глава.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое метеорология?
2. Чем отличается метеорология от аэрологии и чем они связаны?
3. Что такое атмосфера?
4. Чем отличается тропосфера от стратосферы?
5. Откуда черпают энергию все явления, происходящие в атмосфере?
6. Почему нагрев солнцем земли неравномерен?
7. Чем объясняется явление перемешивания воздушных масс и в чем оно заключается?
8. Почему днем перемешивание сильнее, чем ночью?
9. Как изменяется температура с изменением высоты?

10. Зачем нам важно знать температуру на различных метеорологических пунктах?
11. Какое значение в метеорологических явлениях имеет давление?
12. Как оно изменяется с высотой?
13. Как оно измеряется?
14. Что такое барограф?
15. Что такое влажность (абсолютная)?
16. Что называется насыщением воздуха парами влаги?
17. Что такое конденсация влаги и когда она происходит?
18. Что такое точка росы?
19. Отчего образуются облака?
20. Чем измеряется влажность?
21. Какая связь существует между плотностью и влажностью?

Глава 27

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОГОДЫ И ПОНЯТИЕ О ФРОНТАХ

Понятие о равновесии атмосферы. Когда воздушные массы на каком-либо участке земли находятся в таком состоянии, при котором по мере увеличения высоты температура их соответственно уменьшается (в среднем на $0,6^\circ$ на 100 м), эти массы, как говорят, находятся в состоянии равновесия или в устойчивом состоянии.

Действительно, в этом случае нет причин, которые вызывали бы перемешивание этих масс, так как они расположены сообразно их плотности, и, следовательно, сообразно весам, т. е. более тяжелые — внизу, менее тяжелые — выше, еще менее тяжелые еще выше и т. д., и находятся в таком положении, к которому они сами стремятся по законам физики.

Наоборот, если это положение нарушается, например, тем, что земля, нагреваясь, сообщает большую температуру нижним слоям, которые, расширяясь, становятся легче и поднимаются кверху, или тем, что массы одной температуры вклиниваются в массы другой, равновесие нарушается, и атмосфера на данном участке находится в неустойчивом состоянии.

То, что мы называем погодой (т. е. состояние нас окружающих воздушных масс), изменяется в зависимости от того, находятся ли эти массы в состоянии равновесия, или от того, какой причиной и как оно нарушено. Очень важно при этом уловить закономерность этих причин, изучить эти причины, знать их источник и заранее их предвидеть. Это важно для того, чтобы иметь возможность предсказывать погоду.

Карта погоды. Для изучения явлений, происходящих в атмосфере, составляются ежедневные карты погоды. Это — обычная географическая карта большого участка (например Европа, СССР) с множеством (около 300 в одном лишь СССР) пунктов, где ведутся ежедневно, по три раза в день, в определенные часы наблюдения за погодой. В каждом пункте записываются температура, давление, ветер, облачность и осадки.

Пункты с одинаковым давлением соединяются изобарами, ветер отмечается стрелками (с перышками по числу баллов ветра) в сторону направления ветра и т. д.

Как показал опыт изучения этих карт, погода изменяется в связи с перемещениями различных масс по земной поверхности. При этом играют огромную роль: а) происхождение самой массы, так как выяснилось, что имеются определенные очаги, где первоначально зарождаются передвигающиеся затем воздушные массы; б) подстилающая их поверхность, над которой они проходят и влияние которой может изменить свойства проходящей массы, в) столкновение этих масс с массами, лежащими на их пути.

Независимо от их происхождения, воздушные массы делятся на устойчивые и неустойчивые. Нижние слои устойчивой массы теплее той поверхности, над которой они проходят. Нижние слои неустойчивой массы холоднее поверхности, их подстилающей. Последняя поэтому их нагревает и, заставляя подниматься, создает благоприятные условия для перемешивания, образования облаков и т. п.

Происхождение воздушных масс. (Установлено, что воздушные массы, проходящие по поверхности Европы и СССР, начинают свою деятельность и возникают в следующих местах, от которых они и получили свое наименование:

а) **Арктический воздух** — зарождается в Арктике (пространство между Северным полюсом и Полярным кругом). В СССР он проникает с северо-запада. Зимой, попадая на снеговой переохлажденный покров, он является устойчивой массой. В другие времена года, попадая на более теплую поверхность, становится неустойчивой массой.

б) **Полярный воздух** — зарождается в приполярных областях Северной Америки, Европы и СССР. Если он приходит с Атлантического океана, то называется морским полярным, если же он зарождается над территорией Сибири — континентальным. Таким образом, полярным воздухом собственно называется масса, проходящая с Севера Европы.

Попадая на территорию СССР зимой, морской полярный воздух становится устойчивой массой, летом наоборот — неустойчивой.

Полярный и континентальный воздух летом обычно неустойчив днем; ночью же, благодаря сильному охлаждению земной поверхности, бывает устойчивым.

в) **Тропический воздух** — зарождается обычно у тропиков Атлантического океана и проникает к нам обычно со стороны Средиземного, Черного и Каспийского морей. Как очень теплый, тропический воздух бывает неустойчив лишь в случаях очень сильного нагрева поверхности, в подавляющем же числе случаев — устойчив.

Уже при самом своем зарождении каждая из этой группы воздушных масс приобретает определенные свойства. Арктический и полярный воздух обычно холоден и несет с собой холод. Морской полярный — влажен. Тропический — тепел, влажен и часто загрязнен мелкими частицами пыли из пустынь и песков, на его пути создающей характерную для него дымку.)

Таким образом, если по карте видно, что натекает тот или иной

воздух, учтя те изменения, которые произошли с ним по пути, можно уже в известной мере предсказать погоду.

Понятие о фронтах. Когда двигающаяся масса войдет в соприкосновение с той массой, которая имеется в данном месте, здесь могут происходить самые разнообразные явления, в зависимости от того, какие массы соприкасаются и каков характер соприкосновения.

Между соприкасающимися массами создастся граница раздела, в котором массы по-разному перемещаются. Сама поверхность этого раздела, обычно находящаяся под очень пологим углом, так-

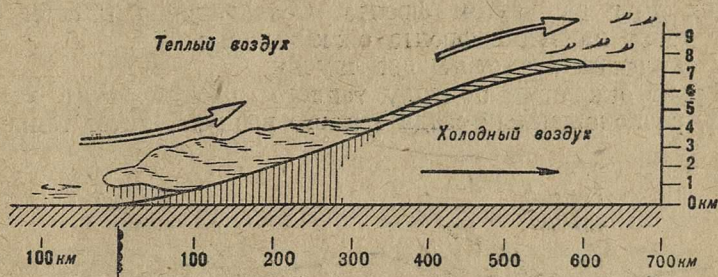


Рис. 149. Схема вертикального разреза теплого фронта

же движется или смещается. Здесь обычно происходят наиболее активные перемещения масс и в вертикальном направлении, сопровождающиеся облачностью, осадками и ветрами.

Эта зона раздела двух различных масс воздуха называется **фронтом, или фронтальной зоной**.

Теплый фронт. Предположим, что теплый воздух натекает на холодный (тропический — на полярный или полярный — на арктический) (рис. 149). Теплые массы будут скользить по поверх-

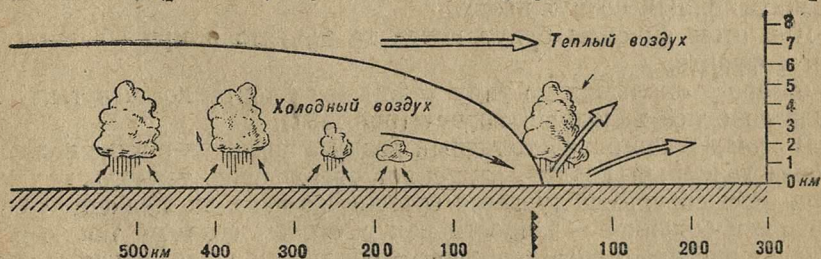


Рис. 150. Схема вертикального разреза холодного фронта

ности холодных. На поверхности раздела теплые массы будут, охлаждаясь, переходить точку росы и конденсировать (выделять) влагу в виде облаков (обычно высокостристых и слоисто-дождевых) с большой площадью осадков. В верхних слоях при этом образуются инверсии температуры, т. е. слои с температурой выше, чем температура соседних слоев. Инверсии такого рода служат характерным признаком приближения теплого фронта.

Холодный фронт. Предположим теперь, что холодный воздух встретил на своем пути теплый (арктический полярный или полярный тропический) (рис. 150).

В этом случае холодные массы будут подтекать под теплые. При этом образуются сильные восходящие потоки с кучевыми и часто грозовыми облаками и ливнями. Особенно сильные возмущения воздушной среды, сопровождаемые порывистыми ветрами, шквалами и грозами, возникают в узкой полосе вдоль фронта. Перед холодным фронтом часто появляются перисто-кучевые, высококучевые и слоисто-кучевые облака.

Фронт окклюзии. Часто бывает, что смыкаются два следующих друг за другом фронта. Создающийся в этом случае фронт носит название фронта окклюзии.

При окклюзии возможны два случая:

а) Фронт окклюзии по типу теплого фронта, когда холодный воздух, расположенный сзади теплого воздуха, имеет температуру

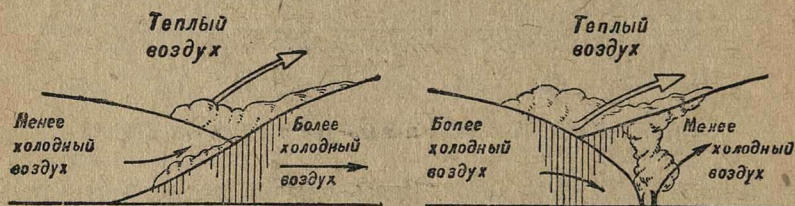


Рис. 151. Схема вертикального разреза фронта окклюзии

менее низкую, чем холодный воздух, расположенный впереди теплого воздуха (рис. 151).

В этом случае холодный наступающий воздух, поднимаясь по разделу отступающего холодного воздуха, одновременно будет вытеснять теплый воздух вверх.

При этом явления будут почти те же, что и при обычном теплом фронте.

б) Фронт окклюзии по типу холодного фронта, когда в тылу находится более холодный воздух (рис. 151).

В этом случае более холодный воздух, подтекая в виде вала под менее холодный воздух, вытесняет вверх слои теплого воздуха. При этом обычно получается бурная картина их подъема с образованием большой облачности как в теплом воздухе, так и в лежащем впереди менее холодном с обильным выделением осадков.

Использование фронтов для парящих полетов. Любой фронт создает восходящие потоки вдоль границы раздела. Однако, угол наклона плоскости раздела к горизонту обычно так невелик, что практическое использование этих потоков в планеризме является мало вероятным.

Значительно интереснее восходящие потоки, образующиеся в прифронтовых участках холодного фронта и в окклюзии. В окклюзии, по типу холодного фронта, вблизи фронта образуются сильные восходящие потоки; однако, бурность самой картины и зна-

чительные осадки, а самое главное, высота, на которой они образуются, пока еще не дали возможности их использовать.

В холодном фронте удалось неоднократно использовать мощные восходящие потоки, образующиеся перед фронтом грозы.

Грозовой фронт. Грозовое облако, часто образующееся на границе раздела холодного фронта со стороны теплого воздуха, представляет собой очень мощное облачное образование, активно развивающееся по вертикали вверх с нижней границей, отстоящей недалеко от земли. Гонимое сзади холодным воздухом, оно обычно довольно быстро движется вперед, извергая вниз значительную массу дождя (рис. 152).

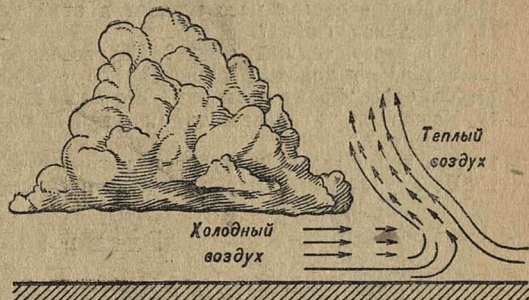


Рис. 152. Схема восходящих потоков грозового фронта

Воздух под этой дождевой массой механически выталкивается из-под облака и одновременно сильно охлаждается.

Подпираемый сзади ветром, он выбрасывается в значительной части вперед. Перед облаком он встречается с теплым и, подтекая под него, поднимает теплый воздух вверх, причем часть холодного воздуха на границе теплого от соприкосновения с ним нагревается и также устремляется вверх.

На этом разделе холодных подоблачных масс с теплым воздухом впереди и образуется столь характерная область затишья с резким падением давления, что происходит вследствие засасывания поднимающимися массами участка под ними.

Таким образом, на некотором расстоянии от облака (обычно около 1 км, в зависимости от мощности облака) создается полоса восходящего потока, идущая вперед вместе с грозовым облаком.

По опыту целого ряда грозовых полетов, эта полоса восходящего потока является очень спокойной и позволяет обычно планеру значительно удалиться от облака.

В самом облаке наблюдается бурное перемещение масс и настолько интенсивное, что планеры в грозовом облаке неоднократно ломались.

Поэтому, как правило, особенно близко подходить к облаку не рекомендуется, так как планер может быть в него втянут и сломан.

В остальных отношениях использование фронтов для парения еще, к сожалению, слишком мало изучено.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое состояние атмосферы свидетельствует об ее устойчивом равновесии?
2. Что называется неустойчивым состоянием атмосферы?
3. Что такое погода?
4. Как составляются карты погоды?

5. Какое значение имеет происхождение перемещающейся массы воздуха?
6. Какое значение имеет подстилающая поверхность земли? Приведите пример.
7. Какое значение имеет характер самого столкновения или соприкосновения разных масс?
8. Какие основные источники зарождения воздушных масс?
9. Что такое арктический воздух?
10. Что такое полярный воздух?
11. Какие там известны его разновидности?
12. Что такое тропический воздух?
13. Каковы свойства масс каждой в этой группе в отдельности?
14. Что такое фронт?
15. Что такое теплый фронт? Его особенности?
16. Что такое холодный фронт? Его особенности?
17. Что такое фронт окклюзии? Его особенности?
18. Можно ли использовать (и какие) восходящие потоки фронтов для парения?
19. Что такое грозовой фронт и какова его структура?
20. Почему не рекомендуется летать в самом грозовом облаке?

Глава 28

ВЕТЕР И ПОТОКИ ОБТЕКАНИЯ

Ветер. Ветром называется горизонтальное перемещение воздуха. Таким образом ветер представляет собой поток воздуха. Действие этого потока на обтекаемые им предметы (см. «Теорию основ полета на планере») обуславливается ударами частиц воздуха перед предметом и подсасыванием за предметом.

Основной причиной ветра является обычно разность давлений воздуха в двух или нескольких рядом лежащих местах.

Представляя собой поток воздуха, ветер действует на обтекаемые предметы с силой, пропорциональной квадрату его скорости.

Для измерения скорости ветра применяется уже известный нам прибор — анемометр, посредством которого производится измерение скорости ветра в метрах в секунду.

Часто принято измерять скорость ветра не в метрах в секунду, а в баллах так называемой шкалы Бофорта, которая удобна еще тем, что при ней даются признаки, по которым можно определять скорость ветра. Приводимая таблица дает представление о баллах шкалы Бофорта, соответствующих им скоростям ветра в *м/сек* и о наружных признаках.

Число баллов	Число <i>м/сек</i>	Название ветра	Признаки
0	0	Штиль	Дым из трубы поднимается вертикально. Листья на деревьях не шевелится
1	0—0,5	Тихое дуновение	Дым из трубы поднимается не вполне вертикально. Слегка без шума шевелится листва
2	1,8—3,3	Легкий ветер	Заметно ощущается. Дым отклоняется на 30—40°

Число баллов	Число м/сек	Название ветра	Признаки
3	3,4— 5,2	Слабый ветер	Колеблются листья и тонкие сучья
4	5,3— 7,4	Умеренный ветер	Колеблются тонкие ветви и вытягиваются выпела на судах
5	7,5— 9,8	Свежий ветер	Колеблются большие сучья
6	9,9—12,4	Крепкий ветер	Двигаются большие ветви. Ветер слышен в домах
7	12,5—15,2	Сильный ветер	Двигаются небольшие стволы деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	15,3—18,2	Очень сильный ветер	Колеблются целые деревья. Человек заметно задерживается при ходьбе
9	18,3—21,5	Шторм	Сдвигаются легкие предметы. С крыш сыплется черепица. Ломаются ветки деревьев
10	21,6—25,1	Сильный шторм	Опрокидываются деревья
11	25,2—29,0	Жестокий шторм	Тяжелые разрушения
12	более 29	Ураган	Опустошительные действия

Для перехода со шкалы Бофорта на м/сек, до 8 баллов можно пользоваться следующими вычислениями: скорость ветра, выраженная числом $м/сек = 2 \times Б - 1$, где Б — число баллов по шкале Бофорта.

Структура ветра. При точных измерениях выяснилось, что даже ровный по ощущению ветер не представляет собой потока постоянной скорости. В течение одной секунды он испытывает несколько порывов, которые мы по ощущениям не замечаем (рис. 153).

При скоростях даже ровного ветра свыше 10 м/сек действие таких колебаний нужно всегда учитывать, так как они могут незаметно доходить до 15 м/сек и более.

Это происходит от того, что, проходя над неровностями земной поверхности, испытывая трение, ветер завихряется и продолжает нестись вперед мелкими вихрями (рис. 153).

Изменения структуры и скорости ветра с высотой. Чем чаще ветер над поверхностью земли, тем менее он завихрен, а потому более ровен. Это подтвердилось при целом ряде измерений и объясняется тем, что чем выше, тем меньше препятствий испытывает на своем пути ветер и меньше завихряется.

По мере увеличения высоты, обычно увеличивается и скорость ветра (до высоты в 10—11 км).

Повторяемость ветров. Ветер принято называть названием того направления, от которого он дует. Например ветер, дующий с северо-восточной стороны, называется северо-восточным.

При выборе планерных станций и планеродромов очень важно

знать, часто ли дуют наиболее удобные ветры¹. Это имеет большое значение и для метеорологических целей. Поэтому все метеорологические станции производят наблюдения за ветром, составляют график, показывающий, насколько часто и в каком направлении дует ветер. Одновременно с этим графиком составляется и график средней скорости ветра для данного направления.

Роза ветров. Этот график называется розой ветров данной местности (рис. 154). Составляется он следующим образом.

Из точки *O* проводятся две перпендикулярные линии с обозначениями на каждом из четырех концов основных

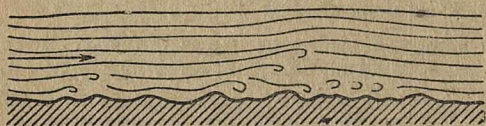


Рис. 153. Влияние неровностей земли на ветер

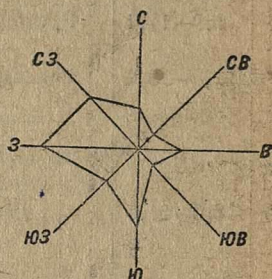


Рис. 154. Роза ветров

стран света (север, юг, восток и запад). Между ними проводятся под равными углами две других, на которых ставятся обозначения промежуточных стран света (северо-восток, юго-восток и т. д.).

Каждый из образовавшихся лучей делится на равные отрезки. Число повторяющихся ветров каждого из этих направлений в течение определенного периода времени (например месяц) отмечается на соответствующем луче отсчетом от точки *O* соответствующего числа делений.

Конечные отметки лучей соединяются прямыми линиями, составляющими контур розы ветров. Потому, насколько выдается клин того или иного направления, можно наглядно видеть, какого направления ветер дует наиболее часто.

Такие розы ветров для каждой местности составляются за периоды каждого месяца, каждого года и за несколько лет. Из полученных данных составляются средние розы ветров за месяц, за год и т. д.

По такому же принципу составляется и график скоростей ветров каждого направления. Деления в этом случае соответствуют скорости ветра в *м/сек* и на каждый луч наносится средняя скорость ветров данного направления.

Обычно для частоты ветров (или, как говорят, для повторяемости) и для их скорости составляется общая роза (рис. 154). Чем ближе к земле, тем (в пределах до 500 м) повторяемость ветров более подвержена значительным колебаниям. Чем больше скорость ветра, тем обычно он более отклоняется от своего направления с высотой.

¹ Не менее важно это и при изыскании аэродромов для моторной авиации особенно в полевых условиях, когда не всегда возможно найти площадку достаточной величины по всем направлениям.

Повторяемость слабых и умеренных ветров на высотах свыше 500 м обычно держится с большой стойкостью.

Суточные и годовые колебания ветра. В определенных местностях часто в определенное время дня или года повторяются одни и те же ветры, обуславливаемые рядом местных причин.

Бризы и береговые ветры. Так как вода поглощает большее количество тепла, излучаемого солнцем, чем земля, и впитывает это тепло в свою массу, охлаждаясь к тому же на поверхности испарениями, то вода передает это тепло воздушным массам, лежащим на ее поверхности в меньшей степени.

Вследствие этого днем нижние слои воздуха над землей нагреваются в большей степени, чем над водой. Поднимаясь, они засасывают на свое место воздушные массы с поверхности воды.

Поэтому в местностях на берегу моря, крупных озер и даже рек днем наблюдаются ветры с моря на сушу (дневные бризы). Вечером и ночью наблюдается обратное явление. Земля охлаждается сильнее, чем вода, передающая тепло нижним слоям воздуха уже в большей степени, чем земля. Поэтому вечером и ночью дневной бриз сменяется вечерним и ночным бризами обратного направления, т. е. с суши на море.

Муссоны или сезонные ветры. В некоторых местностях наблюдается регулярная смена ветров в теплое и холодное время.

Например в Азии летом, благодаря сильному нагреву земли, образуется низкое давление и вследствие этого создаются ветры, дующие из областей более высоких давлений (с океана). Зимой поверхность азиатского материка охлаждается сильнее, чем поверхность океана, и возникают ветры обратного направления.

Для планерной практики важна повторяемость ветров местного происхождения, зависящая от рельефа местности.

Горный ветер. В долинах, окруженных горами, по вечерам и ночью наблюдаются ветры, дующие со склонов в долину (рис. 155). Это происходит вследствие того, что остывающая земля охлаждает на своей поверхности воздух, и холодные, более плотные массы стремятся сместиться вниз. С началом утреннего нагрева утром в этих случаях следует ожидать более интенсивного движения этих масс вверх.

Лесной ветер. Лес слабо нагревается и медленно остывает ночью, так как листва создает нечто вроде своего рода защищающей его одежды. Поэтому у больших лесных массивов наблюдаются днем ветры с леса на открытые пространства и вечером обратные ветры.

Для проходящих ветров лес является обычно сильно задерживающей поверхностью, так как он вызывает затекание воздушных масс внутрь и сильно тормозит движение ветров.

Восходящие потоки обтекания. Встречая на своем пути гору, холм или склон, ветер стремится его обтечь. Холм круглой или



Р и с. 155. Происхождение горного ветра

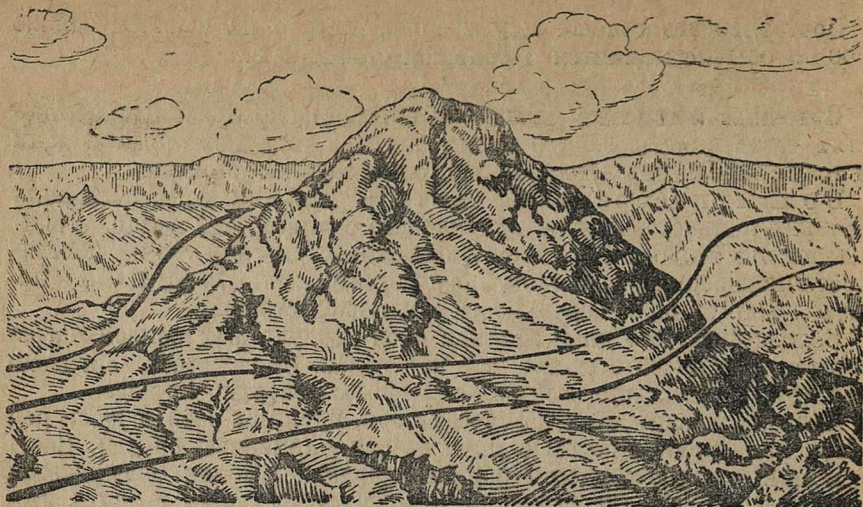


Рис. 156. Обтекание без восходящего потока

близкой к нему формы, а также и гору конусообразной или куполочнообразной формы, ветер может обтекать, почти не поднимаясь по поверхности, а лишь слегка отклоняясь в сторону и обходя эти препятствия с боков (рис. 156).

В тех же случаях, когда для обхода препятствия с боков требуется пройти большое расстояние или если эти проходы для ветра затруднены, ветер вынужден протекать по склону, поднимаясь с ним одновременно вверх, обтекая вершину склона и опускаясь затем вместе с обратным склоном (рис. 157).

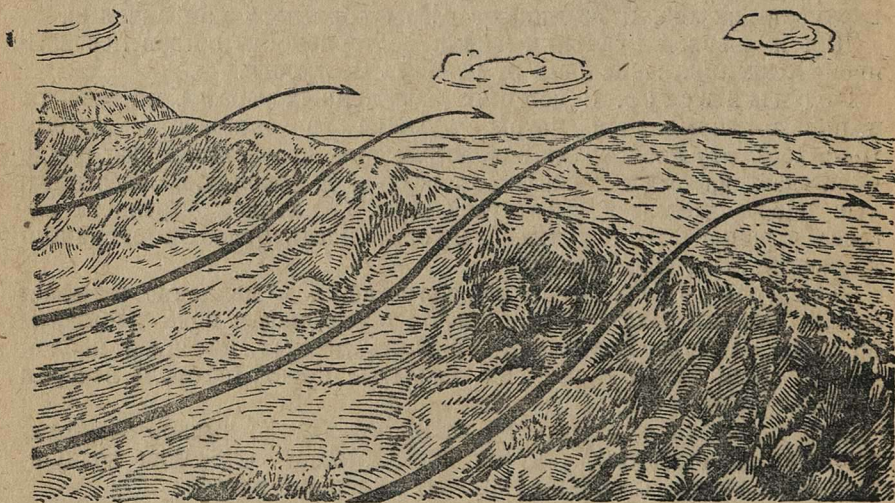


Рис. 157. Обтекание с подъемом обтекающих масс воздуха (восходящие потоки обтекания)

Такие восходящие потоки над склонами, обращенными к дующему ветру, называются восходящими потоками обтекания.

Чем положе и плавнее очертания горы, тем плавнее картина обтекания склона, тем точнее обтекающий поток следует этим очертаниям.

Наоборот, при крутом падении склонов, при неровностях и резких углах, острой скалистости склона плавность обтекания нарушается. Ветер начинает завихряться, и, в зависимости от ско-

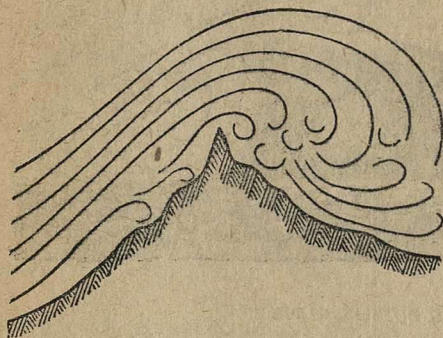


Рис. 158. Картина обтекания острых гор и скал

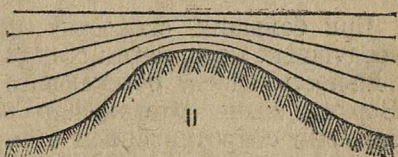
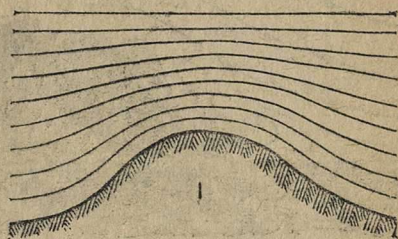


Рис. 160. Обтекание горы при различных скоростях ветра

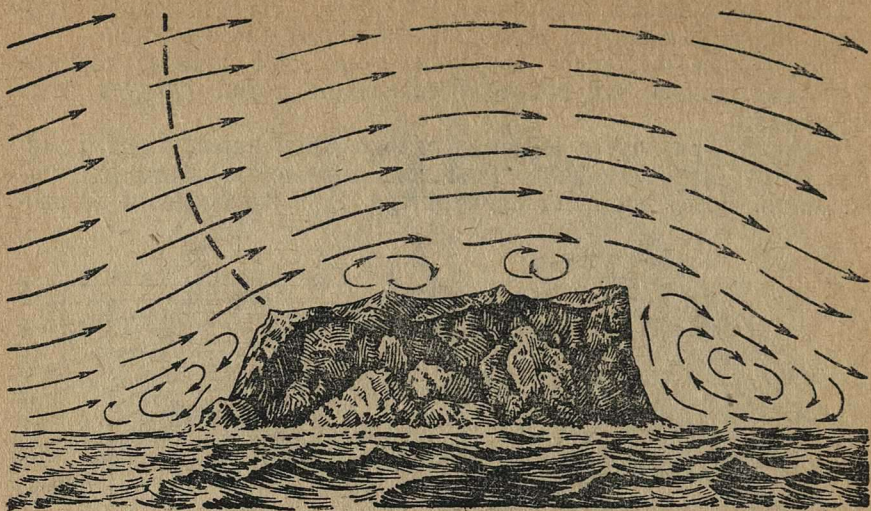


Рис. 159. Обтекание пологого холма

рости ветра, в некоторых участках склона или горы могут появиться порывы или участки ветра другого или противоположного направления (рис. 158).

На рис. 159 изображено обтекание горы плавных очертаний с очень пологими склонами. Даже при очень сильных ветрах почти везде и на некоторой высоте над склоном следует в таких случаях ожидать ветра одной и той же скорости.

Если мы имеем гору с более крутым склоном, то при ветрах небольшой скорости картина обтекания в большинстве случаев окажется такой же (рис. 160-I). Слои обтекающего воздуха равномерно поднимаются кверху, следуя в этом случае очертаниям склона.



Р и с. 161. Обтекание крутых склонов

При больших скоростях ветра, вследствие большей инерции воздушных масс, картина обтекания несколько изменяется. Параллельность слоев, обтекающих гору, в этом случае нарушится. Верхние слои обтекающего воздуха будут отклоняться вверх с большим сопротивлением этому отклонению и будут прижимать к горе нижние слои (рис. 160-II). Поэтому в таких случаях над склоном следует ожидать на некоторой высоте значительного ускорения ветра, но зато и более ограниченного по высоте отклонения слоев вверх над горой. На площадке на вершине склона, даже и у пологих склонов часто образуется зона ослабления или даже завихрения потока, что необходимо иметь в виду при разбивке стартов (рис. 160-III).

Это явление еще более усложняется в случаях, если ветер обтекает остроконечную гору с крутыми склонами. Такая картина в этом случае может обнаружиться даже при слабых ветрах, причем одновременно с этим следует ожидать завихрений у подножия склона с наветренной (обращенной к ветру) и с подветренной (обращенной в противоположную сторону) стороны (рис. 161).

При сильных ветрах эти завихрения появляются и у пологих склонов.

Как видно (рис. 160), гора распространяет свое влияние на значительное расстояние, возмущая или искажая направление потока по вертикали еще задолго до подхода его к подножию горы.

Это влияние зависит от высоты горы и от крутизны ее склона. По данным опыта, радиус зоны, с которой начинается отклоняющее поток влияние горы, определяется по формуле:

$$R = H \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где R — радиус влияния, H — высота горы и α — величина среднего угла между склоном и горизонтом.

Отсюда ясно, что на обтекание данной горы могут влиять горы и неровности, находящиеся поблизости, в направлении, откуда дует ветер. В зависимости от высоты, очертаний и расстояния этих гор, обтекание данной горы может нарушиться. Чем ближе к обтекаемой горе находится стоящая перед ней неровность, чем она выше, чем она круче и, наконец, чем больше скорость ветра, тем влияние впереди стоящей горы на обтекаемую гору становится

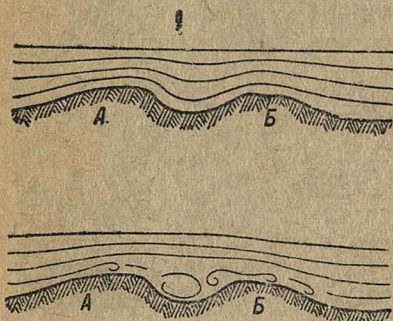


Рис. 162. Влияние одной горы на другую при разных скоростях ветра

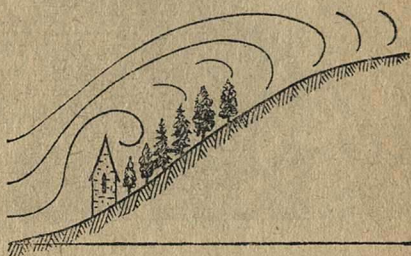


Рис. 163. Влияние препятствий на склоне

больше. На рис. 162 (внизу) видно, что гора А может совершенно уничтожить восходящий поток на склоне горы В и даже вызвать обратный поток от возникшего вихря.

Рис. 162 (наверху) показывает, что, обтекая две горы, ветер небольшой скорости может не нарушить обтекания второй горы,

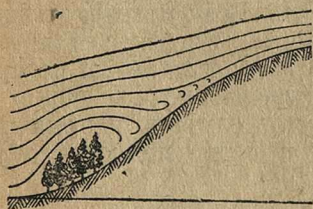


Рис. 164. Выравнивание потока при наличии препятствий внизу

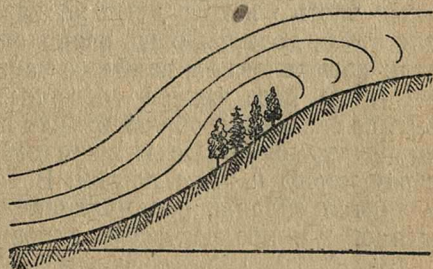
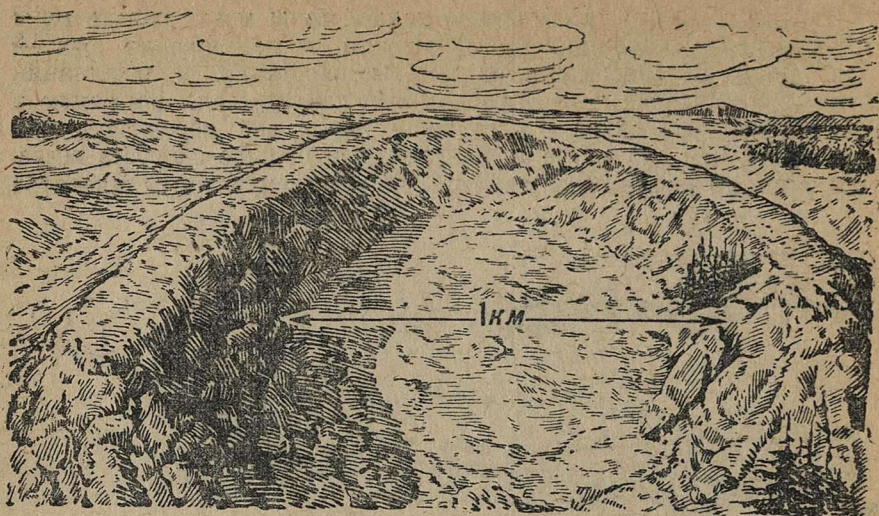


Рис. 164а. Завихрение на склоне, если препятствия слишком близки к его вершине

тогда как ветер больших скоростей может лишить вторую гору восходящего потока обтекания.

Поверхность самого склона играет огромную роль. Наличие на этой поверхности неровностей, деревьев, строений и т. п. резко влияет на плавность обтекания, создавая завихренность и порывистость потока, вызывая появление даже обратных вихрей (рис. 163).

Если на большом склоне эти препятствия находятся внизу, завихрения ветра к вершине склона могут сгладиться (рис. 164). Но



Р и с. 165. Выгодный подковообразный склон

если они находятся наверху, вредное влияние их остается. Наконец, даже плавный, но обрывистый склон обычно резко искажает плавность потока, создавая завихренность сильным лобовым сопротивлением ветру.

При выборе склонов для полетов на планерах очень важно обеспечить наиболее частое обтекание склона подходящим ветром.

Так как ветры в той или иной степени изменяются и даже наиболее частые ветры дуют не каждый день, склоны, выбираемые для этого, должны быть расположены так, чтобы они соответствовали направлениям наиболее частых ветров. Если преобладающие ветры по розе ветров — северные и южные, выгоднее длинная гора со склонами, обращенными на север и юг; если ветры по преимуществу северные и восточные — выгоднее склон в форме Г, обращенного к этим ветрам. В большинстве случаев выгодными являются склоны, обрамляющие долину в форме подковы, обращенной к наиболее частым ветрам (рис. 165).

Основные требования при выборе склонов для парения. Из всего сказанного можно сделать вывод о тех требованиях, которые необходимо учитывать при выборе склонов для полета планеров.

Склоны, выбираемые для полетов на планерах, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) иметь плавные и не очень крутые очертания, не нарушаемые по возможности препятствиями в виде скал, кустов, деревьев, строений и т. п. особенно вблизи к хребту склона;

б) отстоять на значительное расстояние от других гор и холмов, лежащих перед ними по пути ветра, могущих затенить или исказить восходящие потоки обтекания горы;

в) иметь направление к наиболее часто повторяющимся ветрам.

Помимо этого возникает и ряд других требований, вытекающих из условий стартов и посадочных требований, а также и эксплуатации, а именно:

а) наличие ровной долины, достаточной по величине для посадочной зоны внизу у подножия склонов;

б) наличие площадки на склонах и на вершине склона для удобного расположения стартов;

в) удобство расположения дорог для быстрой доставки на старт планеров и быстрого подъема их наверх;

г) близость к населенным пунктам и удобство путей сообщения и связи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие причины вызывают ветер?
2. Какие имеются способы измерения ветра?
3. Что такое шкала Бофорта?
4. Какие основные деления и признаки различных ветров определяются шкалой Бофорта?
5. Является ли ветер сплошным потоком воздуха?
6. Чем объясняются колебания и порывистость ветра?
7. Как изменяется ветер с высотой?
8. Что такое повторяемость ветров?
9. Что такое роза ветров и как она составляется?
10. Что такое бриз и каковы его причины?
11. Что такое муссоны?
12. Каковы причины горного ветра?
13. Каковы причины лесного ветра?
14. Что такое потоки обтекания?
15. Как обтекается ветром конусообразная или куполообразная гора?
16. Почему плавные очертания горы создают и плавные ее обтекания?
17. Опишите случаи обтекания гор различных очертаний.
18. Как влияет скорость ветра на обтекание различных склонов?
19. Как влияют горы, лежащие на пути ветра, при обтекании им соседней горы?
20. Как влияют на обтекание склона различные находящиеся на нем препятствия?
21. Как влияет расположение различных препятствий по склону на обтекание склона?
22. Перечислите основные требования при выборе мест для парения?

Глава 29

ВОСХОДЯЩИЕ ПОТОКИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

(Термики)

1. Основные причины, вызывающие термические потоки. Земля, как известно, нагревается солнцем неравномерно. Это происходит от того, что различные участки земли обладают различной окраской и различной теплоемкостью. Темные участки земли нагреваются сильнее, светлые нагреваются слабее, каменистая и песчаная почва нагревается сильнее почвы, покрытой травой.

При этом важна не только степень нагрева самой поверхности, но и степень прогрева нагреваемой массы в глубину.

Вода, например, воспринимает больше тепла, чем земля, и прогревается солнцем на значительно большую глубину, но поверхность ее обычно нагрета в меньшей степени, чем поверхность земли.

Торф, как мало теплопроводный, прогревается на крайне незначительную глубину, но если он обнажен (нет растительности), его поверхность темного цвета нагреется сильнее, чем поверхность светлой окраски более теплопроводной массы.

Солнечные лучи нагревают воздух не непосредственно, так как воздух для них почти прозрачен, а через нагрев земли, которая посредством соприкосновения с воздухом передает ему тепло, полученное от солнца.

Сильно нагретая темная поверхность будет сильно нагревать и нижние слои воздуха. Но как только действие лучей солнца на эту поверхность прекратится (ночь, облачность), дальнейшая отдача этой поверхностью тепла воздуху будет зависеть от запаса тепла в самой массе, заключенной под этой поверхностью.

Если почвенная масса под этой поверхностью обладает достаточной теплоемкостью, например вода, гранит, песок и т. д., то передача ею тепла воздуху будет продолжаться.

Наоборот, если теплоемкость почвенной массы подстилающей поверхности невелика, а следовательно, невелики и запасы тепла в этой массе, передача ею тепла воздуху быстро прекратится и, например, темный торфяной участок почти немедленно по прекращении действия солнечных лучей перестанет передавать тепло нижним слоям воздуха.

Подъем воздуха над каким-либо участком земли возможен только за счет стягивания на его место воздуха с других участков земли, причем поднятая воздушная масса рано или поздно должна возместить воздух, отнятый подъемом от поверхности земли.

Это возмещение будет происходить путем последующего опускания поднятого воздуха на более холодные участки поверхности, за счет опустившегося воздуха, воздух над нагреваемой поверхностью будет снова подниматься и т. д.

Простейшие схемы восходящих потоков. Если мы имеем площадь, покрытую песком, и рядом с ней озеро, песочная поверхность нагреется солнцем значительно сильнее поверхности воды (охлаждающейся испарением), и поднимающиеся над песком воздушные массы будут пополняться, главным образом, за счет масс, втягиваемых с озера; эти последние будут пополняться, в свою очередь за счет остывающих наверху поднятых масс (рис. 166). Все движение, таким образом, примет форму круговорота, во вращение которого будут втянуты даже соседние участки.

Подобное движение и является простейшей схемой восходящих потоков термического (теплового) происхождения, так называемых «термиков».

Надо, однако, помнить, что такая «спокойная» схема возможна только при полнейшем штиле. Достаточно малейшего ветра, чтобы эту схему исказить. При очень ровном ветре она должна сноситься в сторону ветра. При сильных и порывистых ветрах она

может быть разорвана в нескольких участках, и в воздухе окажутся отдельные передвигающиеся столбы восходящих и нисходящих потоков различных форм и величин.

Это надо иметь в виду, так как все дальнейшие положения будут относиться, главным образом, к схемам, образование которых возможно только в штиль или при слабых ровных ветрах.

Предположим теперь, что участки, восполняемые воздухом, опускающимся сверху, находятся далеко от участка земли, служащего источником восходящего потока. Стягивая воздух с ближайших участков, поднимающийся воздух будет постепенно вовлекать их в движение вверх. Это уже само по себе даст восходящему потоку форму опрокинутой воронки, но, помимо этого, в данном случае будет сказываться и другое явление. Воздух имеет свойство прилипать к твердым частицам земли (поверхности кристаллов, песчинок, поверхности листьев, травы и т. д.). Это явление носит название *адгезии*. Оно еще более усиливает воронкообразную форму поднимающегося потока (рис. 167).

На таких высотах от земли, где поток еще сохраняет форму этой воронки, чем ближе к земле, тем ее сечение будет больше.

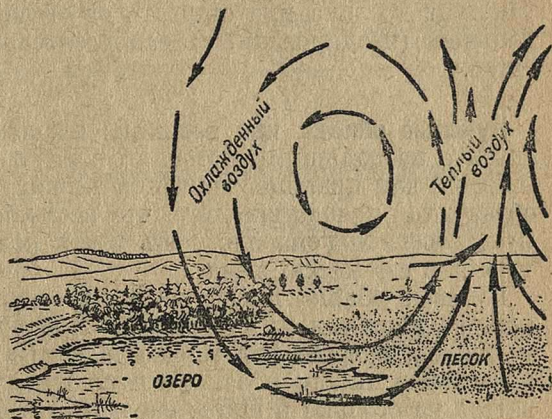


Рис. 166. Круговорот термического потока

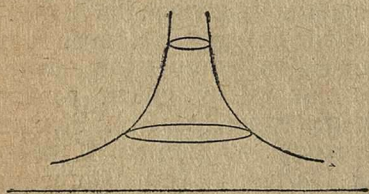


Рис. 167. Воронкообразная (конусоидная) форма восходящего потока

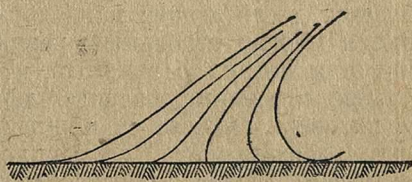


Рис. 168. Влияние на поток бокового ветра

При этом, через большое сечение в одно и то же время (например в секунду) будет проходить одно и то же количество воздуха, что и через меньшее сечение в узкой части воронки. Это значит, что чем сечение воронки уже, тем с большей скоростью проходит через нее восходящий поток воздуха.

Вот почему сплошь и рядом во время парения планеры не могут держаться на небольшой высоте даже непосредственно над источником восходящего потока, в то время как на некоторой

высоте над ним они попадают в сильный восходящий поток, хотя и более узкий, чем у земли.

Предположим теперь, что эта схема подпадает под действие слабого сдвигающего ее ровного ветра. Прилипание для удержания потока у земли еще достаточное, но ветер сместит поток в направлении своего движения, и тогда можно ожидать такого искажения схемы, которое показано на рис. 168.

Срыв восходящего потока ветром может вытянуть его столб в тонкую струю растворяющегося и пропадающего в окружающих участках воздуха или оторвать от столба один или несколько отдельных (изолированных) самостоятельно поднимающихся участков.

Кучевые облака как вершины восходящих потоков. В тесной связи с восходящими потоками воздуха находятся кучевые облака. Они, как правило, являются вершинами восходящего потока и образуются вследствие того, что восходящий поток, пересекая по пути своего подъема плоскость точки росы, конденсирует содержащуюся в его массах влагу.

Кучевые облака имеют очень характерную форму, особенностью которой является их строение в виде куполов или клубов, развивающихся обычно над горизонтальным основанием. Следя за образованием такого облака, можно видеть, что оно обычно развивается не столько в ширь, сколько в высоту. Кучевое облако имеет обычно очень округлые очертания и редко имеет рваные края. Освещенные солнцем вершины куполов имеют ярко белую окраску при несколько затемненном основании. Если же облако находится между солнцем и наблюдателем, то оно приобретает темную, почти свинцовую окраску, и на верхних границах по контуру облачных куполов можно видеть светлую, почти серебряную окантовку.

Когда начинается утреннее перемешивание и усиленная деятельность восходящих потоков, начинается и появление кучевых облаков, достигающее наибольшего развития днем. В небе появляются многие отдельные, различные по величине кучи облаков. При этом нетрудно заметить, что все они имеют почти горизонтальное основание, располагающееся на одной высоте. Развитие же их вверх зависит от мощности восходящего потока. К вечеру, когда деятельность конвекционных потоков (перемешивание) ослабевает, кучевые облака начинают исчезать.

Обычная высота кучевых облаков 600—1 000 м, но возможно их образование и ниже (редко ниже 500 м) и значительно выше (до уровня перистых облаков).

Три случая растекания восходящего потока. Достигнув той высоты, на которой температура и плотность поднимающейся массы воздуха сравниваются с температурой и плотностью окружающих масс, восходящий поток прекращает свое движение вверх и начнет, растекаясь, смешиваться с окружающим воздухом.

При этом возможны три случая расположения этого растекания по отношению к поверхности росы, т. е. к той высоте, на ко-

торой по состоянию ее температуры и насыщенности паров поднимающейся массы должно произойти выделение влаги (конденсация).

1-й случай. Поверхность росы расположена ниже поверхности растекания (рис. 169—I). В этом случае при достижении восходящим потоком поверхности росы начнется конденсация влаги в виде зарождающегося облака, и облако начнет развиваться вверх с тем большей активностью, чем больше влажность воздуха. С образованием облака восходящий поток охлаждается быстрее, вследствие понижения температуры на поверхности облака, где происходит испарение.

Образование облака начнется на поверхности росы, от которой оно будет расти вверх, расплываясь по мере своего роста по поверхности растекания, и тогда облачная масса расположится сильно развитой массой над своей нижней поверхностью.

2-й случай. Поверхность росы совпадает с поверхностью растекания (рис. 169—II). В этом случае облако приобретает очень плоский вид. Облачное образование имеет очень слабое развитие вверх.

3-й случай. Поверхность росы выше поверхности растекания (рис. 169—III). При этом условии, указывающем на малую влажность воздуха, образования кучевого облака не произойдет.

Кучевые облака являются очень ярким признаком восходящего потока; однако, в подавляющем большинстве случаев они возникают при образовании конвекционных потоков, т. е. потоков, потерявших непосредственную связь с землей. Лишь в крайне редких случаях удастся наблюдать облако вблизи места непосредственного возникновения восходящего потока, при условии крайне слабого ровного ветра или штиля и при условии, если от поверхности повышенного нагрева (создающей поток) до поверхности облака очень небольшое расстояние (например нагрев высокого плоскогорья, находящегося всего на 200—300 м ниже поверхности росы). В таких случаях облако бывает неподвижным, меняя свою форму, или тает и снова возникает.

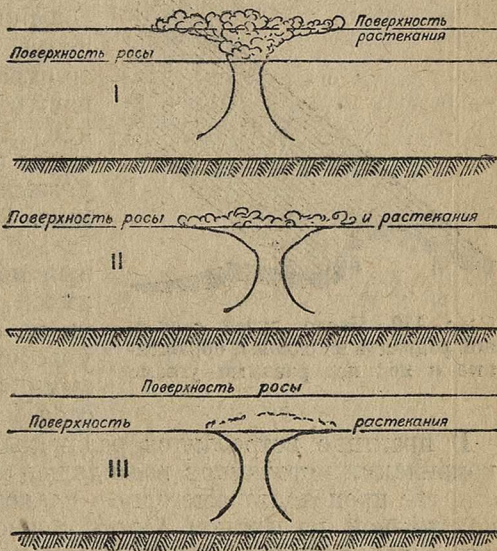


Рис 169. Три случая расположения поверхности росы относительно поверхности растекания (равновесия)

Восходящие потоки в облаках. Как показала практика, в самом облаке наблюдается очень бурная картина перемешивания воздуш-

ных масс. Известны случаи, когда планер, находящийся в облаке в течение нескольких секунд, поднимало и опускало со скоростью свыше 10 м/сек. Поэтому полет в кучевом и особенно в грозовом облаке небезопасен и может быть допущен только со специальной целью и при особо тщательно подготовленном пилоте и планере.

Кроме случаев неравномерного нагрева, зависящих от почвы и ее окраски, возможны также случаи неравномерного нагрева, зависящие и от степени наклона поверхности к солнечным лучам.

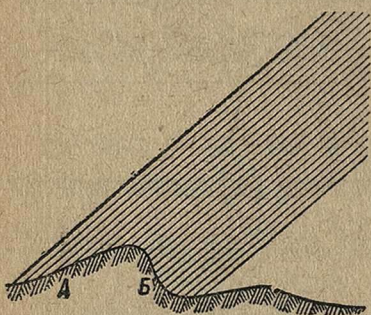


Рис. 170. Число лучей солнечной радиации на склоны, обращенные к ней под разными углами

Два совершенно одинаковых (и по площади, и по составу почвы, и по ее окраске) участка земной поверхности могут нагреваться по-разному, в силу того что они обращены к лучам солнца под разными углами. Из двух участков А и В (рис. 170) участок В будет нагреваться больше, так как, обращенный непосредственно к солнечным лучам, он имеет на себе и большее число солнечных лучей, тогда как участок А, находящийся под косыми лучами солнца, примет на себя меньшее число лучей.

В практике встречаются различные, и часто весьма сложные, комбинации источников восходящего потока. Например, в местности, где происходят ежегодные планерные слеты (Коктебель), расположенной на южном берегу Черного моря, летом, при северном ветре, верхние теплые массы воды уносятся ветром от берега в открытое море. Им на смену со дна поднимаются холодные массы воды, покрывающие поверхность. Если после этого северный ветер сменяется южным, то, проходя над холодной поверхностью моря, пока оно еще не успеет достаточно нагреться, он настолько охлаждается, что, достигая берега и попав на сильно нагретую подстилающую поверхность, начинает интенсивно подниматься и создает очень мощные восходящие потоки.

Парителю, желающему сознательно и успешно пользоваться восходящими потоками, необходимо хорошо изучить условия их возникновения и постоянным наблюдением над погодой, метеорологической обстановкой (нагревом, облаками, ветром и т. п.) приобрести необходимый навык. Только при этом условии парителем могут быть достигнуты полеты на значительную высоту и значительную дальность.

Естественно, что образование восходящих термических потоков на небольших участках следует рассматривать как явления местного происхождения. Условия, благоприятствующие их образованию, находятся в теснейшей связи с метеорологической обстановкой всей данной местности.

В зависимости от того, проходит ли теплый или холодный фронты, или местность находится в их тылу или в непосредствен-

ной близости от них, условия для образования восходящих потоков могут быть различные. В отдельных случаях могут создаваться чрезвычайно выгодные комбинации для парения, а в других — неблагоприятные.

Вот почему в каждой планерной организации изучению метеорологических условий должно быть уделено большое внимание.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основную причину, порождающую восходящие потоки.
 2. На котором из двух соседних участков следует ожидать днем при солнце восходящего потока, если один из них луг, а другой пахота?
 3. Почему темная поверхность дает более интенсивный восходящий поток, чем светлая?
 4. Почему сильно нагретая поверхность темного торфа после захода солнца быстрее охлаждается, чем песок, и над которой из этих почв можно ожидать восходящего потока после захода солнца?
 5. Начертите простейшую схему восходящего потока.
 6. Как действует ветер на столб восходящего потока?
 7. Почему восходящий поток у самой земли обычно не в состоянии поддерживать планер?
 8. Где выгоднее держаться над восходящим потоком при ветре?
 9. Укажите причину образования кучевых облаков.
 10. Опишите характерные особенности строения и вида кучевых облаков.
 11. Какие возможны случаи в расположении поверхности росы и поверхности растекания?
 12. Какой вид примет облако на вершине восходящего потока, если его поверхность растекается ниже поверхности росы?
 13. Возможно ли при ветре неподвижное облако?
 14. Каковы особенности восходящих потоков в самом кучевом облаке?
 15. Какие условия земной поверхности могут влиять на неравномерный нагрев, кроме почвы и окраски?
 16. Почему паритель должен тщательно изучать восходящие потоки, обстановку и условия, их создающие?
-

ЧАСТЬ VIII.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ

Глава 30

КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИЧИНЫ АВАРИЙ И УСЛОВИЯ, ИХ ПОРОЖДАЮЩИЕ

Что такое поломка, авария и катастрофа. В практике планеризма, вследствие различных нарушений правил летной работы или правил постройки, хранения, ремонта и эксплуатации планеров, возможны различные повреждения планера и пилота.

В тех случаях, когда повреждение планера ограничивается поломкой маловажных деталей и может быть исправлено в течение менее 12 часов, такое повреждение называется поломкой.

Если при повреждении планера существенно пострадали основные детали планера, например лонжерон крыла, лыжа, хвостовая балка или фюзеляж, и если на ремонт потребуется не менее 12 часов, то такое повреждение называется аварией.

Если при совершении запуска, полета или посадки пилот получил тяжелое ранение, увечье или погиб, то независимо от того, как пострадал и пострадал ли вообще планер, такой случай носит название катастрофы.

Для планеров УС-3, УС-4 и ПС-1 и ПС-2 приказом ЦС Осоавиахима № 121 от 26 августа 1933 г. установлена следующая классификация поломок и аварий.

К авариям относятся:

а) повреждение или трещина любого лонжерона конструкции, как-то: крыла, элерона, киля, стабилизатора и рулей;

б) поломка или трещина любой из N-образных стоек грузовой фермы, кабины и мест соединения их с лыжной частью кабины;

в) поломка или трещина обеих или одной верхней полки лыжи;

г) поломка или трещина одной из полок хвостовой балки;

д) повреждение передней, средней или задней части крыльев, сопровождающееся поломкой пяти и более нервюр;

е) смещение или повреждение основных узлов креплений крыла кабины и хвостовой балки;

ж) поломка обеих подкосов одного из крыльев или поломка одного подкоса, сопровождающаяся деформацией или нарушением целостности крепления подкоса на лонжероне крыла.

К поломкам относятся все прочие случаи повреждения планера.

К катастрофам относятся все случаи, указанные выше.

Причины и классификация причин поломок, аварий и катастроф. Беспричинных, «случайных» аварий не бывает. В основе каждой аварии, поломки и катастрофы всегда лежит чья-либо вина, так как при точном выполнении всех правил инструкций и наставлений аварий, поломок и катастроф быть не может.

Нередко виновники аварийного происшествия ссылаются на то, что ими, якобы, выполнены все правила и тем не менее происшествие имело место. При разборе, однако, в таких случаях всегда оказывается, что какое-либо правило выполнено было или неполно или небрежно.

Острота положения заключается в том, что даже самое, казалось бы, пустяковое нарушение или простой, казалось бы, «недогляд» какого-либо пустяка может вызвать тяжелые последствия.

Это значит, что во всем, что относится к старту, к полетам на планере или к его эксплуатации, хранению и ремонту, — нет мелочей и пустяков. Все здесь в одинаковой степени важно. Это значит, что при выполнении полета и на старте необходимо непрерывно и точно соблюдать все правила. Это значит, что планер должен быть всегда в безукоризненном состоянии.

В зависимости от того, кто нарушил эти правила, как они нарушены и в чем заключается вина нарушившего их пилота, аварии разделяются на:

А. Пилотские — совершенные лицами, имеющими квалификацию пилота-планериста или парителя.

Б. Ученические — совершенные учениками, не имеющими квалификации.

А. Пилотские аварии. Пилотские аварии могут происходить вследствие: а) недисциплинированности пилота, т. е. вследствие намеренного невыполнения им правил полета или старта, вследствие невыполнения им данного ему приказа, наконец вследствие недисциплинированного его поведения в воздухе.

Дадим для наглядности ряд примеров, составленных применительно к могущим быть случаям.

Пример 1. Инструктор кружка, совершая показательный полет перед занятиями с группой на ровном месте по упражнению № 4 (полет по прямой), ставит на каждый конец амортизатора по 8 человек, взлетает на усиленной натяжке и делает два разворота на 90°. При втором развороте, происходящем уже на низкой высоте, инструктору не удается точно учесть расстояние крыла от земли. Он задевает ее крылом и в результате ломает планер.

В этом случае инструктор нарушил правила старта, дав усиленную натяжку, что могло повлечь и много других последствий (поломка крыла в воздухе, разрыв амортизатора с опасными последствиями для себя и для команды). Он нарушил правила полетов, делая развороты на низкой высоте. Налицо — случай недисциплинированности.

Если бы этот случай кончился благополучно, виновник все же заслуживал бы самого сурового наказания, так как он рисковал не только собой, но и планером и запускавшими его учтелями.

Пример 2. Старший инструктор станции отдает распоряжение прекратить полеты вследствие чрезмерной порывистости ветра. Невзирая на это,

после его ухода, один из инструкторов произвел полет. Подходя к земле на чрезмерно малой скорости и большом угле атаки, что могло бы кончиться благополучно при других условиях (так как, теряя скорость, планер оказался бы у самой земли), планер в данном случае был неожиданно поднят порывом на 3—4 м. немедленно потерял скорость и скользнул крылом и носом на землю. Разбиты крыло, лыжа и обтекатель.

Причина — невыполнение приказа, т. е. явный случай недисциплинированности.

Пример 3. Производя показательный полет при публике, инструктор, желая удивить ее своим искусством, решил сделать крутой разворот. Не учтя ветер под поднятым крылом, с трудом удержал планер, но был сильно снесен и, выйдя из крена, оказался вне потока, сильно снизился и был вынужден садиться в место, изрытое канавами. В результате поломка лыжи. Инструктор, нарушивший правила полетов недопустимым креном, проявил в данном случае безобразную недисциплинированность.

Случаи такого рода называются обычно «воздушным хулиганством», достойным самого сурового наказания, тем более, что он мог кончиться еще более плачевно.

Все эти случаи вызывают ту или иную ответственность пилота, которая, в зависимости от последствий, может стать уголовной.

Пример 4. Планер УС-3 по приказанию инструктора, с согласия старшего инструктора запускается на двойном против дозволенного натяжении амортизатора для того, чтобы достигнуть большей высоты и сделать разворот над ровной местностью. На взлете сломались крылья, и в результате — тяжелая катастрофа.

Такого рода случаи не могут быть рассматриваемы иначе, как тягчайшее преступление. Инструктор и старший инструктор должны были быть привлечены к судебной ответственности и несомненно понесли бы суровое наказание.

б) Нередкой причиной аварии является ошибка пилота, т. е. неправильное пилотирование им планера.

Такая ошибка, однако, также всегда бывает непростительна, так как квалификация пилота должна обеспечить успешное выполнение заданий, которые на него возлагаются. Если же пилот принимает на себя задания, на совершение которых он не имеет права, то случай будет относиться уже не к ошибке пилота, а к недисциплинированности.

Поясним это примерами.

Пример 1. Планируя с разворотами, пилот после первого разворота, идя вдоль склона, недостаточно боролся курсом со сносом, был снесен на склон, и задел его крылом. Планер поломан.

Ошибка пилота несомненна. Но умение дать определенное отклонение планеру, соответствующее его сносу, в этом случае является элементарной обязанностью пилота. Он мог быть выпущен с квалификацией пилота-планериста только при условии, что правила вождения планера вдоль склона им освоены. Если пилот выпущен с этим званием при недостаточной подготовке, виновата выпустившая пилота школа или станция, а пилот подлежит дисква-

лификации, с правом дальнейшей его дотренировки, после чего, при успешной тренировке, он может быть снова восстановлен в своем звании.

Пилот мог быть снесен на склон, вследствие своей невнимательности. При разборе такой аварии требуется выяснить, какова была техника пилотирования этого пилота в других случаях. Если она не вызывает сомнения, причина аварии кроется в невнимательности пилота, и пилот должен понести заслуженное взыскание.

Пример 2. Пилот, имеющий звание парителя, проходя низко вдоль склона, попадает в вихрь над балкой, находящейся в этой части склона. Борясь с болтанкой, пилот теряет поток и вынужден садиться в неудобном месте на склоне. В результате происходит поломка.

Вина пилота в том, что он позволил планеру сильно снизиться и вместо того, чтобы идти на посадку, пошел на этой высоте вдоль склона. Его вина также и в том, что он не учел влияния балки. Пилот так или иначе заслуживает взыскания.

Пример 3. Пилот, имеющий звание планериста, совершает полет с разворотами. Хорошее очертание склона и хорошие качества планера, при сравнительно небольшом ветре, создают благоприятные предпосылки для парения. Пилот пытается парить. Набрав высоту, с непривычной ему высоты делает посадку без точного расчета и ломает планер.

В данном случае нет ошибки пилота в технике пилотирования, так как техника парения ему совсем незнакома, и есть явная недисциплинированность. Не имеющий права парить нарушил правила и подлежит суровой ответственности.

в) Частой причиной аварий является небрежная эксплуатация материальной части, т. е. небрежное ее хранение, небрежный ремонт или небрежное использование.

Для предупреждения этих случаев существуют определенные правила. Производство каждого ремонта должно быть принято компетентной комиссией по определенному акту. Перед каждым полетным днем и перед каждым полетом планер должен быть осмотрен.

Последнее правило является особенно важным, и подавляющее большинство аварий этого рода происходит именно вследствие его нарушения.

Пример 1. Планер осматривался перед тем, как начались полеты, но осматривался крайне небрежно. Инструктор доверился осмотру планера учтетами, сам же не осмотрел планер и взлетел со склона. В воздухе планер перешел в резкое пики, носом ударился в землю и разбился с тяжелыми последствиями для пилота. При осмотре обнаружилось, что причиной катастрофы оказался разрыв перетертого, в ведущей трубке, троса к рулю высоты. Выяснилось, что ранее один из учетов заметил, что одна из ниток троса имела в этом месте разрыв, что явно указывало на перетирание троса. Об этом, однако, учет никому не сказал.

Налицо безобразно небрежная, преступная эксплуатация, и виновные в ней заслуживают самого сурового наказания, вплоть до судебного.

Пример 2. После очень грубой посадки (с плюхом) ученики наскоро осмотрели планер и не нашли ничего подозрительного. Инструктор, поверив им на слово, сделал показательный полет по упражнению № 4 (полет по прямой), во время

которого оторвался задний подкос крыла, и планер с резким креном и сносом спланировал на землю, поломав лыжу и крыло. Оказалось, что при предшествовавшей грубой посадке лопнуло ушко крепления заднего подкоса, что благодаря небрежному осмотру не было замечено. Налицо вина инструктора, отнесшегося легкомысленно к осмотру планера после грубой посадки.

Пример 3. Молодой инструктор принял планер, выделенный ему станцией для занятий с группой. По формуляру планер за год имел всего лишь 400 натяжек. Осмотрев планер, он нашел, что все детали в целости, и сделал на нем первый испытательный полет по прямой. В полете треснул лонжерон тотчас за подкосом, планер неудачно сел, подломав к тому же лыжу, что в этом случае явилось наиболее счастливым исходом поломки крыла в воздухе благодаря тому, что инструктор не растерялся.

Оказалось, что планер стоял долгое время на дожде на открытом воздухе, отсырел и имел расклеившиеся полки лонжерона в месте, где и произошла поломка.

Виновником этой аварии является в первую очередь начальник станции и лица, которым до этого был доверен планер, как не принявшие мер к правильному его хранению.

Пример 4. Взлетев на планере и дав ему крен для разворота, инструктор, несмотря на отклоненную до отказа ручку, не смог вывести планера из крена, так как планер не слушался. В результате произошла авария. По осмотре планера выяснилось, что его ремонт, производившийся до полета, сделан возмутительно небрежно и кустарно.

Ремонт был совершен после того, как планер, оставшийся на старте без присмотра, опрокинуло ветром, причем был сломан лонжерон и порван трос элерона. Лонжерон был склеен и оклеен фанерой на простых длинных гвоздях, а лопнувший трос был просто надвязан. Авария произошла вследствие того, что связанный трос при натяжении начал распускаться, а лонжерон, полка которого была ослаблена большими гвоздями, треснул как раз в месте, где ремонтировался.

Подобный безобразный случай требовал бы привлечения к суровой ответственности не только инструктора, проводившего этот «ремонт», но и начальника станции, допустившего такое варварское отношение к планеру, приведшее к двум авариям, так как поломка лонжерона в первом случае (хотя и не в полете) тоже авария, виновниками которой являются те же лица.

Во всех этих случаях, как мы видели, есть конкретные причины и конкретные виновники аварий. Во всех этих случаях причины, вызвавшие аварии, могли быть своевременно обнаружены и устранены. Только в очень редких случаях — при совершении специальных полетов, имеющих целью выяснить неизвестные условия полета или неизвестные свойства аппарата или нового принципа — возможны аварии без конкретного виновника. Однако, в этих случаях возможность аварии должна быть предусмотрена, и со стороны как пилота, так и организаторов должны быть предприняты все меры к тому, чтобы создать наиболее безопасные условия для полета, для пилота и для аппарата при всех возможных случаях.

Пример 1. Проводится испытание планера с совершенно новым и не поддающимся точной теоретической проверке управлением его продольной устойчивостью.

В этом случае, естественно, что прежде всего должна быть тщательно проверена подсчетами, осмотрами и испытаниями на земле вся система механизмов аппарата, его прочность, центровка и т. д., при обязательном условии, что это производится компетентными людьми.

Полетные испытания должны производиться с определенной постепенностью и последовательностью и при условиях погоды, наиболее обеспечивающих испытание. Каждое последовательно производящееся задание дается по мере того, как освоено предыдущее. При полете выше 100 м — обязателен парашют.

Если при соблюдении всех этих условий происходит авария, то это значит, что новый принцип еще недостаточно освоен. Но если при происшедшей аварии не оказались полностью предусмотрены все возможные меры безопасности, наличие чья-то вина.

Если, например, вместо того чтобы последовательно опробовать такой аппарат сначала на пробегках, потом на подлетах, организатор испытаний пустит его сразу в полет или если не снабдит в полет пилота парашютом, — они окажутся несомненными виновниками и подлежат ответственности.

Пример 2. Планер выпускается в специальный полет для исследований восходящих потоков в облаках. Само собой разумеется, для этой цели должен быть назначен пилот соответствующей квалификации. Тот, кто не имеет такой квалификации (не менее парителя класса Б) и пускается в такой полет, тот тем самым совершает преступление.

Точно так же для этой цели должен быть назначен и специальный, вполне соответствующий по прочности и прочим данным, планер, вполне оборудованный необходимыми приборами. Пилот должен быть снабжен парашютом и посажен так, чтобы не могло произойти никаких затруднений, в случае необходимости, выброситься на парашюте, причем и на этот случай пилот должен обладать необходимыми выдержкой, опытом и т. д.

Если хоть одно из этих условий не соблюдено, при аварии планера во время полетов в облаках, даже при невыясненных условиях и причинах, виновный в несоблюдении условий становится прямым или косвенным виновником аварии.

Б. Ученические аварии и поломки. Аварийные происшествия с учениками могут происходить по тем же причинам, что и с инструкторами:

- а) вследствие недисциплинированности ученика,
- б) вследствие ошибки ученика,
- в) вследствие небрежной эксплуатации планера, а так же:
- г) вследствие неправильного инструктажа,
- д) вследствие невыполнения стартовых правил самим инструктором.

а) Недисциплинированность ученика — худший из всех возможных его недостатков. Повторные случаи недисциплинированности ученика — обязательный повод к его отчислению. Это вызывается не только необходимостью жесткого наказания ученика за тяжчайший проступок, но и необходимостью обезопасить его самого, планер и других лиц от опасных последствий.

К чему может привести любое проявление недисциплинированности, видно из следующих примеров.

Пример 1. На упражнении № 3 (подлет) инструктор предупредил ученика о том, чтобы он раньше времени не выбирал ручку на себя, ученик

однако намеренно пододрал планер. Желая исправить положение планера, ученик резко отдал ручку от себя, забыв или не зная о том, что у земли заранее надо планер поддерживать, тем более что планер уже потерял скорость и руля почти не слушался. Планер ударился носом о землю и при этом были сломаны лыжа и обтекатель.

Ученика следовало бы немедленно отчислить.

Пример 2. Летая уже по прямой с горы и полагая, что он уже постиг технику управления планером настолько, что может и не смотреть внимательно за полетом, ученик, пролетая над затянувшей его группой, как бы хвастая своим «укачеством», что-то ей крикнул. Инструктор на это не обратил внимания. Следующий раз ученик, с еще большей небрежностью к полету, повторил этот поступок, отпустив при этом какую-то шутку. Занятый разговором ученик не заметил передиры носа планера. Планер начал скользить. С этим непривычным положением ученик не справился, и в результате разбил планер и сам получил повреждение ног и руки.

Ученика следует считать виновным в возмутительном отношении к полету, в явной недисциплинированности, и его необходимо исключить из группы.

Однако, в данном случае следует считать виновным также и инструктора, который не должен был прощать ученику первого случая его недисциплинированности и поощрять ученика на повторение его поступка тем, что не наложил на него немедленно сурового взыскания.

б) Ошибки ученика чаще всего бывают следствием невнимательности. В процессе обучения возможны различные ошибки ученика, основанные на том, что он еще недостаточно освоил данное упражнение. Такого рода ошибки обычно не приводят к поломкам, так как вся методика и строгая последовательность этапов обучения рассчитана на возможность подобных ошибок и на то, чтобы они не угрожали аварийными последствиями.

К ним приводят обычно очень грубые ошибки учеников, а последние обычно являются следствием или невнимательного выслушивания инструктора или невнимательности во время самого полета. Типичные случаи такого рода ошибок даются в ниже приводимых примерах.

Пример 1. На полете, забыв о предупреждении инструктора о том, что бы ни в коем случае не выбирать ручку на себя, держать ее все время в заданном положении и лишь перед самым касанием земли только слегка подтянуть ручку плавно на себя,— ученик нарушает это указание. Вместо этого он подтягивает на себя ручку в начале полета. Планер взмывает. Если бы ученик, сразу увидевший непривычную высоту положения планера, плавно перевел бы ручку на середину и удержал бы планер в горизонтальном положении, продолжая полет, и выполнил бы перед касанием земли указание инструктора о плавном подтягивании, все обошлось бы, несмотря на ошибку, благополучно.

Однако, сделав одну ошибку, ученик теряется и делает вторую. Он резко отдает ручку от себя. Планер, теряя скорость, переваливается носом вниз и, несмотря на резкое вытягивание ручки на себя, стучается носом в землю.

Пример 2. Совершая залет на упражнении № 4, ученик, невзирая на правило—переводить машину на угол до спадения амортизатора, в попытке взлететь выше, продолжает держать машину в горизонтальном и даже в несколько задранном положении уже после того, как спал аморти-

затор. Вследствие этого он опаздывает с переводом планера на угол и переводит его тогда, когда сам планер, начинающий терять скорость, опускает нос. Планер быстро приближается к положению «пике», устремляясь носом к земле. Видя это, ученик резко выхватывает ручку на себя, но потерявшая скорость машина ударяется носом в землю.

Пример 3. Выполняя упражнение № 6 (разворот на 90°), ученик, делавший уже не раз развороты и выполнявший их хорошо, перестает внимательно следить за разворотом и, небрежно давая планеру крен, не учитывает действия ветра на крыло. Пока он пытается убрать излишний крен, планер сносит к склону с большим скольжением, планер ударяется крылом о склон, и происходит авария.

Во всех перечисленных случаях налицо явная невнимательность или небрежность ученика. Каждый из этих случаев не имел бы места, если бы ученик отнесся к полету с большей серьезностью и вниманием.

Таким образом, эти ошибки являются также следствием недисциплинированности ученика.

в) Ученические аварии, происшедшие вследствие небрежной эксплуатации планера, ничем не отличаются от пилотских аварий этой же категории. Однако, ответственность в случаях таких аварий лежит не только на инструкторе, но и на всей группе, так как она обязана вести наблюдение за планером так же, как и инструктор.

г) К особой категории принадлежат ученические аварии, происшедшие вследствие неправильного инструктажа инструктором. Такого рода аварии могут иметь место, если инструктор не имеет достаточной квалификации или если он применяет неправильную методику преподавания.

Пример 1. Перед выполнением учеником упражнения № 3 (подлеты) инструктор не разъясняет ученику, как держать планер в положении продольной устойчивости и как действовать ручкой в направлении от себя и на себя. Ученик поддирает планер, вследствие чего происходит резкий взлет планера с последующим резким движением ручки от себя и ударом планера носом в землю.

Налицо — неправильный инструктаж. Инструктору следовало особенно настойчиво внушать ученику недопустимость подтягивания ручки в начальных стадиях подлета.

Пример 2. Ученик на подлетах часто не убирал крена и не выдерживал прямой. Тем не менее, инструктор переводит его на упражнение № 4. Два полета были совершены правильно. На третий, совершенно неожиданно, ученик взлетает с креном и, после спадения амортизатора, поздно переводит на угол, скользит, начинает «шуровать» ногами и бьет планер.

Причина та же. Вина инструктора в том, что ошибки, которые он считал неважными, не были ликвидированы у ученика на предыдущем упражнении, и ученик все же был переведен на следующее.

Пример 3. Ученик весом в 58 кг на подлетах, при ветре в 5 м/сек, запускается амортизатором с натяжкой на 18 шагов и командой по 3 человека на конец. Вместо подлета планер резко взмывает на 4—5 м высоты. Не ожидавший этого и непривыкший еще ученик теряется и резко дает ручку от себя и на себя. Планер теряет скорость и ударяется носом в землю.

Несомненная вина инструктора в том, что он:

- 1) не учел малого веса ученика, благодаря которому у планера получилась задняя центровка, и планер требовал для взлета меньшей скорости;
- 2) не учел скорости ветра — ученика на первом полете следовало выпустить при самом слабом ветре;
- 3) несмотря на все это, инструктор не уменьшил натяжки амортизатора.

д) Еще более недопустимы случаи невыполнения инструктором при выпуске ученика стартовых правил. Помимо возникающей в этих случаях угрозы аварии, инструктор этим самым внушает ученику пренебрежение к выполнению основных правил старта.

Пример 1. Несмотря на непригодность площадки для полета при данном старте (посредине имеется ров), инструктор допускает полеты. Ров оказывается при данном ветре как раз в том месте, у которого планер должен подходить к земле. Заметив это, ученик, не проходивший развороты, боясь попасть на ров, начинает разворачиваться, ставит планер в крен, ветер поддувает под крыло, ученик с креном не справляется и бьет планер.

Пример 2. Перед командой «старт» для выпуска ученика на упражнение № 4 к площадке приближается велосипедист. Вместо того, чтобы подождать, пока он проедет или чтобы его задержать, инструктор дает ученику старт. Видя опасность столкнуться с велосипедистом, ученик неумело разворачивается с тем же аварийным исходом, как и в предыдущем примере.

Условия, порождающие аварийность. Все приведенные примеры определяют непосредственную причину аварийного происшествия, но не уточняют первопричин. Важно не только исключить возможность данного случая, но еще важнее исключить возможность не только подобного, но вообще какого бы то ни было случая аварии или поломки. Иначе говоря, важно устранить все условия, создающие угрозу аварии или поломки.

Рассмотрим, каковы эти условия:

- а) Основное условие, создающее угрозу аварийности, это убеждение некоторых отсталых людей в том, что аварийные случаи вообще неизбежны. Тот, кто так думает, не может активно бороться за безаварийность и этим только увеличивает угрозу аварий.
- б) Отсутствие дисциплины в инструкторском составе станции или кружка и неизбежное в этом случае отсутствие дисциплины и у учеников.
- в) Недостаточная квалификация инструктора.
- г) Небрежное, некультурное обращение с материальной частью (с планерами).
- д) Неумение или нежелание организовать подлинную борьбу с условиями, угрожающими аварийностью.

Если эти условия устранены, будут устранены и причины, порождающие аварии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется аварией, поломкой и катастрофой?
2. Что называется аварией планеров УС-3, УС-4 и ПС-1 и ПС-2?
3. Как классифицируются аварии по признаку лиц, их совершивших? Для чего проводится такое разделение?

4. Перечислите причины пилотских аварий?
5. Приведите примеры аварии, происшедшей вследствие: а) недисциплинированности пилота; б) неправильного пилотирования или ошибки пилота; в) небрежной эксплуатации материальной части, и укажите их виновников.
6. Какие могут быть причины аварий при специальных или экспериментальных полетах?
7. Перечислите причины ученических аварий.
8. Приведите примеры аварий, происшедших вследствие: а) недисциплинированности ученика; б) ошибки ученика; в) неправильного инструктажа ученика; г) невыполнения инструктором стартовых правил.
9. Перечислите условия, порождающие аварийность.

Глава 31

БОРЬБА С АВАРИЙНОСТЬЮ И УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИН И УСЛОВИЙ, ЕЕ ПОРОЖДАЮЩИХ

Каждое аварийное происшествие имеет конкретную причину и конкретного виновника, и для того, чтобы не допустить аварийный случай, необходимо заранее устранить причину и виновника.

Борьба с аварийностью должна вестись не от случая к случаю, а повседневно и не только инструкторским составом, но и всеми учениками данной планерной организации.

Об общих условиях, порождающих аварийность, говорилось в предыдущей главе. Рассмотрим способы, которыми они могут быть устранены.

Способы предупреждения аварийных случаев. а) Убеждение в неизбежности или случайности аварий. Основной мерой борьбы с этим злом является неустанное разъяснение каждым руководителем, каждым инструктором и каждым учеником планерной организации всему инструкторскому и учетскому составу первого основного правила (изложенного выше).

Вторым средством борьбы с этим злом, средством, являющимся одновременно и ключом к обнаружению общих причин и условий, создающих угрозу аварийности, является немедленный и подробный разбор не только каждого аварийного случая вплоть до поломки, но и каждого случая, угрожающего поломкой, аварии или катастрофой.

В комплексе аварийного происшествия поэтому нужно рассматривать не только происшедшую поломку, аварию или катастрофу, но и любой случай, хотя и не кончавшийся, но угрожавший поломкой или еще более тяжелыми последствиями. Поясним это примерами.

Пример 1. Ученик не выполнил указания инструктора о том, чтобы на подлете, до посадочного момента, не двигать ручкой в направлении на себя. Планер взмыл, но сел благополучно, без малейшей поломки. Случай подобного

рода очень часты, и поэтому многие инструктора ограничиваются лишь разъяснением ученику его ошибки. После этого нередко эту же ошибку повторяет другой ученик.

Таким путем создается угроза аварийного происшествия, которая не может оставаться без внимания и без немедленной борьбы с ней инструктора и всех учлетов.

Инструктор обязан в данном случае немедленно, как только планер сел и подан обратно на старт, собрать группу и подробно ей разъяснить, в чем заключалась ошибка ученика и чем она угрожала.

Пример 2. Пилот-планерист или инструктор взлетает с нарушением правил старта — или не прямо против ветра, или с разворотом. Ветер поддувает под крыло, планер с трудом борется с креном, скользит; но над самой землей выравнивается и садится со сносом благополучно.

Если старший инструктор оставит такой случай неразобранным, то он легко повторится, т. е. создается угроза аварийного происшествия. Если виноват планерист, должны быть созваны все тренирующиеся с ним планеристы, или если это инструктор, то с ним должны подробно разобрать происшедший случай другие инструктора и старший инструктор.

Так как виновником происшествия была проявлена недисциплинированность, он должен получить заслуженное взыскание.

Пример 3. После осмотра планера кем-либо из учеников или инструктором неожиданно обнаружено, что какая-либо деталь все же недопускает планер к полету (перетерта одна из ниток троса или незаконтрен болт).

Это значит, что планер осматривается небрежно, т. е. налицо — условие, порождающее угрозу. В этом случае инструктор должен также созвать группу, случай разобрать и вскрыть виновника, который должен быть немедленно наказан.

Такими мерами наглядно устанавливаются корни аварийности, и те, кто думают, что аварии случайны, убеждаются, что как только уничтожаются корни аварийности, аварийный случай перестает быть угрозой.

б) Отсутствие дисциплины в инструкторском или учлетовском составе. Это — самое опасное из условий, порождающих аварийность. С ним необходима самая жесткая и настойчивая борьба, так как оно открывает широкий простор возникновению бесчисленного числа самых разнообразных аварийных случаев и так как невозможно предусмотреть, в чем проявится недисциплинированность и какими последствиями может угрожать каждый случай.

Факт общеизвестный, что там, где имеется недисциплинированность, аварийное последствие неизбежно.

Недисциплинированность сказывается не только в крупных нарушениях приказаний или правил, в отказе от их выполнения, но и в небрежности, в разгильдяйстве и в мелочах.

Как правило, тот, кто неспособен быть дисциплинированным в мелочах, обязательно рано или поздно проявит свою недисциплинированность в каком-либо серьезном случае, угрожающем самыми тяжелыми последствиями.

Поэтому в борьбе с недисциплинированностью надо начинать с самых мелких ее проявлений, не говоря уже о более серьезных случаях. Невыполнение учеником приказа инструктора — безобразное проявление недисциплинированности, но еще хуже и еще опаснее, если это приказание будет выполняться небрежно, неточно и не всегда, поскольку это труднее обнаружить, с этим труднее бороться, а последствия от этого могут быть не менее тяжелые, чем при невыполнении приказа.

Поэтому инструктор обязан требовать не только выполнения каждого своего, казалось бы, маловажного указания, но и общей подтянутости, четкости работы и внешней опрятности своих учеников.

Последнее очень важно потому, что внешние признаки уже являются верным показателем того, насколько дисциплинирован ученик, и, с другой стороны, ученик, научившийся выполнять требования опрятности хотя бы во внешнем ее виде, неизбежно подтягивается и в более серьезных требованиях.

Расстегнутый ворот, отсутствие пояса, пуговицы и т. п., развинченная, разболтанная походка, наклонность к разговорам вместо четкого быстрого выполнения, — все это самые верные признаки недисциплинированности человека. Если по ним не будет бить инструктор и если в этом ему не будет помогать группа, недисциплинированность никогда не будет изжита.

Учелты обязаны, помимо инструктора, следить друг за другом, взаимно друг друга подтягивая, не допуская в своей среде разгильдяя, бездельника и т. п. Каждый случай внешнего проявления недисциплинированности, хотя бы, например, отсутствия пояса, каждый случай невыполнения или неточного выполнения учеником приказа инструктора должен вызвать со стороны остальных учеников воздействие на своего товарища.

Инструктор, строго требуя дисциплины от каждого ученика, в каждом отрицательном случае должен добиваться такого же воздействия на этого ученика от всей группы и этим воспитать группу так, чтобы она сама боролась за дисциплину.

Особенно необходимо время от времени производить разбор отдельных наиболее важных случаев нарушения дисциплины.

Таким путем должен быть создан в группе дух дисциплины, проявляющийся в борьбе за нее самой группой.

Насколько это важно — поясним примером.

Учебный планер имеет свыше 150 отдельных деталей. При осмотре планера группой в 10 человек, прикрепленных каждый к определенному участку или части планера, на каждого падает не более 15 деталей.

Сам инструктор перед полетным днем, осматривая планер, может успеть осмотреть только важнейшие детали, тогда как группа успевает просмотреть планер полностью. Тщательность осмотра учениками каждой детали инструктор может и должен проверить только «на выдержку». При этом легко может ускользнуть от проверки как раз та деталь, которая не осмотрена и оказалась годной.

Небрежность осмотра детали легче и скорее может быть обнаружена соседом виновника, другим учетом.

В этом случае попустительство дальнейшему небрежному осмотру планера товарищем есть такое же преступление по отношению ко всей группе, как и со стороны виновника. Последний должен быть вскрыт, и группа должна на него подействовать.

По такому же принципу должна быть организована борьба за дисциплину и в инструкторском составе каждой планерной организации.

Дисциплина на старте. Каждое самое ничтожное нарушение правил старта может повлечь аварийный случай. Поэтому обязанностью каждого инструктора и каждого ученика является точное выполнение всех без исключения правил старта.

В основном это требование складывается из трех элементов:

- точная разбивка старта;
- точное выполнение правил запуска;
- точное выполнение правил взлета.

Дисциплина в полете. Она складывается также из требований к соблюдению каждого правила методики и каждого указания инструктора, а в основном из следующих элементов:

- точное выполнение задания;
- точное соблюдение полетных правил;
- запрещение каких бы то ни было лишних движений;
- запрещение каких бы то ни было разговоров.

Здоровье и дисциплина в личном быту. То и другое имеет огромное значение. Планеризм требует прежде всего здоровья, а физическое здоровое состояние всего организма и в том числе и всей нервной системы планериста зависит от того, какой он ведет образ жизни. Первое требование в этом отношении — это здоровый спорт. Стрелковый, водный, лыжный спорт, волейбол, теннис, ренские колеса — это лучшие виды спорта для планериста. Они развивают в нем не только мускулы и здоровую нервную систему, но и столь необходимый ему глазомер, ловкость, точность движений, правильный расчет расстояния и скорости и т. п.

Здоровый сон, бодрое состояние, отсутствие какого бы то ни было утомления, слабости, нервного состояния, особенно перед полетами, все это — обязательные условия, достигаемые спортом и здоровым образом жизни.

Наоборот, всякие излишества, употребление спиртных напитков, бессонные ночи, утомление, слабость, нервное состояние и т. п. — все это условия, препятствующие полету. Они не только мешают, но иногда делают совершенно невозможным обучение ученика. Лица, обнаруживающие часто такое состояние, не должны оставаться в планерной организации.

В тех случаях, когда это состояние проявляется у ученика изредка или если он чувствует себя больным, он должен об этом

немедленно сообщить инструктору, с просьбой его освободить на этот день от занятий.

Тот, кто скрывает от инструктора такое состояние, тот совершает преступление, рискуя ценнейшей материальной частью. Ученики, более близко сталкивающиеся со своим товарищем и знающие его несовместимый с требованиями обучения образ жизни, обязаны об этом сообщить инструктору, и ученик, в случае если его поведение или болезнь неисправимы, должен быть отчислен.

Бережное хранение и содержание материальной части. Чтобы исключить какую бы то ни было угрозу аварийного случая вследствие поломки планера в воздухе или неподчинения его управлению пилота, планер должен содержаться всегда в образцовом порядке.

Для этого первым условием является содержание его в чистом виде, так как загрязнение деталей не позволяет обнаружить опасной трещины или поломки при их осмотре. Это — обязанность не только инструктора, но прежде всего каждого ученика.

Второе условие — это правильное хранение планера.

Третье условие — правильный и тщательный ремонт.

Четвертое — своевременные и тщательные осмотры.

Задачи инструктора. Из перечисленного ясно, чего в этом отношении должен добиваться инструктор. Помимо этого, он должен исключить какую бы то ни было возможность аварийного случая из-за неверного, неточного или неясного объяснения ученику задания и движений. Он должен изучить ученика, его характер, особенности, привычки и состояние перед полетом.

Смушающийся, застенчивый ученик, не поняв задание и объяснение, постесняется переспросить и способен приступить после этого к полету. Другие могут выслушать объяснения инструктора небрежно и в силу этого пропустить самое главное.

Неопытный инструктор, действуя на ученика резким, нервным тоном, часто не учитывает, что он в этом случае не достигает цели, так как этим рассеивается внимание ученика и подавляется его психика. Такое же влияние оказывает на ученика инструктор, не способный скрыть волнение за ученика. Оно в этом случае неизбежно передастся ученику и повредит его полету.

Инструктор должен учитывать, что многие ученики проявляют, а часто очень удачно скрывают боязнь полета. Как только они убеждаются в безопасности полета, это состояние у них исчезает. Но если инструктор вместо того, чтобы добиться в ученике уверенности в себе и в безопасности полета, начнет действовать на него методами запугивания или методами, создающими в ученике неверие в собственные способности, это состояние у ученика не пропадает, а наоборот — усиливается. Такой ученик способен не плохо летать, но в критический момент может легко растеряться.

Тон инструктора всегда должен быть ровным и спокойным. Крик на ученика, действие на него без нужды взысканиями — только вредят делу. Зато обоснованное авторитетное спокойное внушение ему того, что нужно делать, надолго врезается в его память.

Особенно важен личный пример. Во всех отношениях, и по знаниям, и по полетам, и по дисциплине, и в спорте, и даже в личном быту, инструктор должен быть примером для всей группы. Только при этом условии он завоевывает необходимый ему авторитет.

Разбор аварийного случая. В тех случаях, когда авария или поломка произошла, каждый такой случай должен быть тщательно расследован, изучен и разобран.

Катастрофа или авария в любой планерной организации Союза — это чрезвычайный случай для всей планерной системы СССР. О нем немедленно телеграфно сообщается начальнику авиации Осоавиахима СССР.

Специальная инструкция ЦС Осоавиахима СССР (приказ ЦС ОАХ № 121 1933 г.) определяет порядок расследования и изучения каждого такого случая.

После того как случай расследован, выявлены его причины и виновники его определены, случай подвергается подробному разбору всей планерной организации и приписанных к ней кружков. В результате этой проработки всюду, где имеется угроза повторения такого же случая, немедленно должны быть приняты все меры для того, чтобы устранить угрожающие причины.

Виновники, в зависимости от степени их вины, должны быть наказаны и если необходимо, то и удалены.

Поломка — чрезвычайное происшествие для данной планерной организации. Она также расследуется, изучается и прорабатывается в данной организации и также предпринимаются немедленно меры к тому, чтобы такой случай не повторился, а виновники привлекаются к ответственности. Отсюда ясно, что всякое сокрытие аварий или поломок является преступлением, и виновные в этом подвергаются ответственности вплоть до судебной.

Каждый случай аварии или поломки заносится в формуляр планера и в специальный аварийный журнал, который должен вестись в каждой планерной организации (школа, станция кружков).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему борьба с аварийностью должна вестись неустанно, а не от случая к случаю?
2. Зачем необходим разбор каждого случая, угрожавшего аварией?
3. Какое значение для предупреждения аварийных случаев имеет дисциплина?
4. В чем должна проявляться дисциплина на старте?
5. Укажите нарушения, которые могут иметь место при запуске планера и какие последствия могут произойти вследствие этого?
6. Укажите возможные нарушения дисциплины на взлете и какие могут быть от этого последствия?

7. Какие четыре основные условия соблюдения дисциплины в полете?
 8. В чем заключается точность выполнения заданий и почему его необходимо строго и точно выполнять?
 9. Какие последствия могут быть от невыполнения полетных правил?
 10. Почему в полете запрещаются лишние движения?
 11. Почему в полете запрещаются разговоры?
 12. Почему планеристу полезен здоровый спорт? Какие его виды наиболее полезны для планериста?
 13. В каких случаях планериста не допускают к полету?
 14. Почему планер должен содержаться в чистоте?
 15. В чем заключается и для чего производится разбор каждого случая происшедшей аварии?
 16. Почему сокрытие аварии или поломки является преступлением?
-

1. Достижения планеризма после войны

О Д Н О М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Продолжительность		Примечание
					Советский рекорд	Мировой рекорд	
1920 1921	Германия Германия	Рен. Вассеркуппе Рен. Вассеркуппе	Клемперер Харф	«Черный чорт» «Вельтенгелер»	—	2,5 м	1-е Ренские состязания
1922	Франция	Шербург	Манейроль	«Пейра-тан-дем»	—	21,5 » 8 ч. 06 м.	2-е Ренские состязания 1-е Французские состязания
1923	Франция	Бискра в Ализире	Барбо	«Девуатин»	—	8 » 30 »	2-е Французские состязания
1923	СССР	Крым—Коктебель	Юнгмейстер	«А-5»	1 ч. 25 м.	—	1-е Всесоюзные планерные испытания
1924	Германия	Розиттен	Шульц	«РС-3»	—	8 » 42 »	5-е Рен-Розиттенские состязания в Розиттене
1924	СССР	Крым—Коктебель	Юнгмейстер	«Москвич»	5 ч. 15,5 м.	—	2-е Всесоюзные планерные состязания
1925	СССР	Крым—Коктебель	Шульц	«Мориш»	—	12 » 06 »	3-е Всесоюзные планерные состязания
1925 1927	СССР Германия	Крым—Коктебель Розиттен	Якобчук Шульц	«Клир»-1 бис «Вестспройсен»	9 ч. 35 м. —	— 14 » 07 »	8-е Рен-Розиттенские состязания
1929	Германия	Розиттен	Динорт	«Вестспройсен»	—	14 » 43 »	10-е Рен-Розиттенские состязания
1929	СССР	Крым—Коктебель	Степанченко	«Г-7»	10 » 22 »	—	6-е Всесоюзные планерные состязания
1931 1932	САШ СССР	Гондулу Крым—Коктебель	Конк Головин	«Нейтхон» «Темп»	— 14 » 48 »	21 » 34 » —	8-й Всесоюзный слет планеристов
1933 1933	Германия СССР	Фрингаф Крым—Коктебель	Шмидт Анохин	«Гронау» «Беби-1» «Упар»	— 15 » 47 »	36 » 37 » —	9-й Всесоюзный слет планеристов
1934	СССР	Крым—Коктебель	Симонов	«Г-9»	35 » 11 »	—	—

Д В У Х М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Продолжительность		Примечание
					Советский рекорд	Мировой рекорд	
1922	Англия	Илфорд-Хилл	Оллей	«Фоккер»	—	— ч. 49 м.	
1925	СССР	Крым—Коктебель	Хессельбак	«Маргарита»	—	5 » 42 »	3-е Всесоюзные состязания
1926	Германия	Розитген	Шульц	«Готтен»	—	9 » 21 »	
1932	СССР	Крым—Коктебель	Головин	«Темп»	10 ч. 56 м.	—	8-й Всесоюзный слет планеристов
1933	СССР	Крым—Коктебель	Гавриш	«Темп»	13 » 17 »	13 » 17 »	9-й Всесоюзный слет планеристов
1934	СССР	Крым—Коктебель	Сухомлинов	«Сталинец—2»	24 » 10 »	24 » 10 »	Поле 10-го Всесоюзного слета планеристов

Т Р Е Х М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Продолжительность		Примечание
					Советский рекорд	Мировой рекорд	
1932	СССР	Крым—Коктебель	Бородин	«Ш-3»	4 ч. 01 м.	4 ч. 01 ² м.	8-й слет планеристов
1933	СССР	Крым—Коктебель	Плесков	«Ш-3»	10 » 29 »	10 » 29 »	9-й слет планеристов

О Д Н О М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Высота над точкой старта (в м) Советский Мировой рекорд в м рекорд в м	Примечание
1921	Германия	Рен. Вассеркуппе	Клемперер	«Синия мышь»	120	2-е Ренские состязания
1922	Германия	Рен. Вассеркуппе	Хелцен	«Вампир»	350	3-и Ренские состязания
1923	Франция	Бискра Африка	Декамп	«Девуачин»	546	Французские состязания
1923	СССР	Крым—Коктебель	Юлгмейстер	«А-5»	100	1-е Всесоюзные планерные состязания
1924	Франция	Альпы	Торэ	«Аврио»	640	Самолет с выключ. моторов
1924	СССР	Крым—Коктебель	Юлгмейстер	«Москвич»	312	2-е Всесоюзные планерные состязания
1925	Германия	Рен. Вассеркуппе	Якобчук	«Кшир»	240	Французские состязания в Вовилле
1925	Франция	Вониль	Оже	«Абриель»	—	720
1928	Германия	Рен. Вассеркуппе	Дитмар	«Альберт»	—	9-е Ренские состязания
1928	СССР	Крым—Коктебель	Юмашев	«Гамаян»	375	5-е Всесоюзные испытания
1929	СССР	Крым—Коктебель	Юмашев	«Скиф»	1 520	6-е Всесоюзные состязания
1929	Австрия	Линьтасс	Кронфельд	«Вена»	—	2 539
1929	СССР	Крым—Коктебель	Кошиц	«Гриф»	1 520	—
1912	СССР	Крым—Коктебель	Гавриш	«Улар»	2 230	—
1933	СССР	Крым—Коктебель	Романов	«6 условий»	2 240	—
1934	Германия	Бразилия	Дитмар	«Кондор»	—	3 850
1934	СССР	Крым—Коктебель	Синских	«ПЧ-2»	2 320	—

А В У Х М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Высота над точкой старта (в м) Советский Мировой рекорд в м рекорд в м	Примечание
1925	СССР	Крым—Коктебель	Юлгмейстер	«Нижнегороден»	336	3-е Всесоюзные состязания
1929	Германия	Рен	Гренгоф	«Ренадлер»	—	10-е Ренские состязания
1932	СССР	Крым—Коктебель	Головин	«Темп»	1 945	8-й Всесоюзный слет
1933	СССР	Крым—Коктебель	Гавриш	«Темп»	2 530	9-й Всесоюзный слет

О Д Н О М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

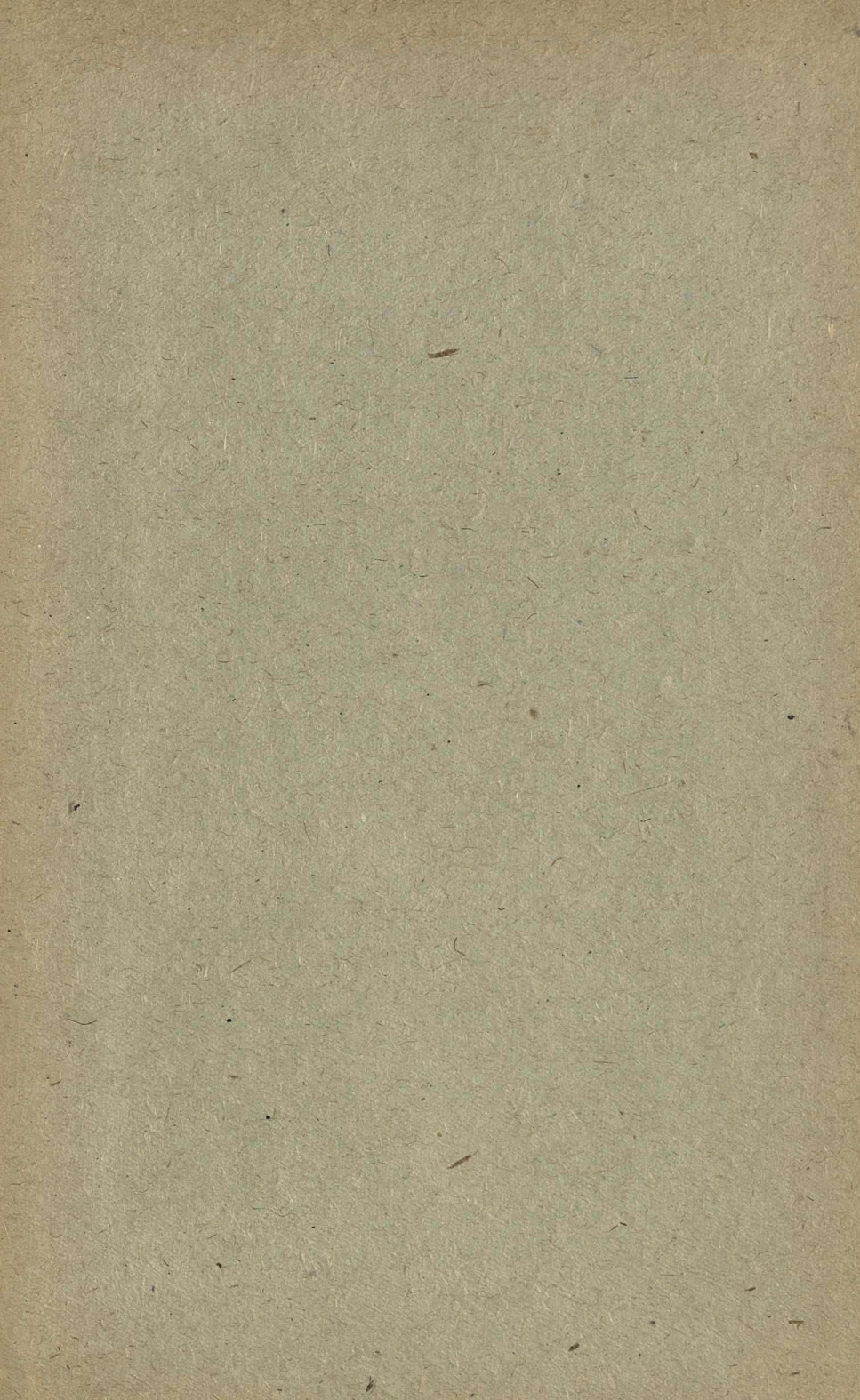
Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Дальность полета Советский рекорд в км	Мировой рекорд в км	Примечание
1920	Германия	Рен. Вассеркуппе	Кл. мперер	«Черный чорт»	—	1,83	1-е Ренские состязания
1921	Германия	Рен. Вассеркуппе	М. ртено	«Вампир»	—	7,5	2-е Ренские состязания
1922	Германия	Рен. Вассеркуппе	Хенцон	«Вампир»	—	9,0	3-е Ренские состязания
1923	Германия	Рен. Вассеркуппе	Ботш	«Консул»	—	—	4-е Ренские состязания
1923	СССР	Крым—Коктебель	Ю. лмейстер	«А-5»	1,5	18,7	1-е Всесоюзные испытания
1924	Италия	Монте-Маче	М. ртено	«М.риц»	—	21,2	Итальянские состязания
1925	СССР	Крым—Коктебель	Неринг (немец- кий пилот)	«Консул»	—	24,4	3-е Всесоюзные состязания
1926	Германия	Рен. Вассеркуппе	Кегель	«Кегель»	—	52,2	7-е Ренские состязания
1927	Германия	Розиттен	Шульд	«Вестпрройсен»	—	60,2	8-е состязания
1927	СССР	Крым—Коктебель	Венцлав	«Жар-птица»	15	—	4-е Всесоюзные состязания
1928	Германия	Рен. Вассеркуппе	Неринг	«Дармштадт»	—	75,2	9-е Ренские состязания
1929	Германия	Рен. Вассеркуппе	Кроифельд	«Вена»	—	150,0	10-е Ренские состязания
1929	Германия	Крым—Коктебель	Кошиц	«Грифф»	34,6	—	6-е Всесоюзные состязания
1930	Германия	Рен	Кроифельд	«Вена»	—	164,8	11-е Ренские состязания
1931	Германия	Рен	Греггоф	«Фафнир»	—	220,3	12-е Ренские состязания
1932	СССР	Крым—Коктебель	Баруацян	«Г-2»	43,5	—	8-й слет планеристов
1933	СССР	Крым—Коктебель	Симонов	«ГН-2»	48,0	—	9-й слет планеристов
1934	Германия	Рен. Вассеркуппе	Дитмар	—	—	376	
1934	СССР	Крым—Коктебель	Бородин	ДК-2	97	—	10-й слет планеристов

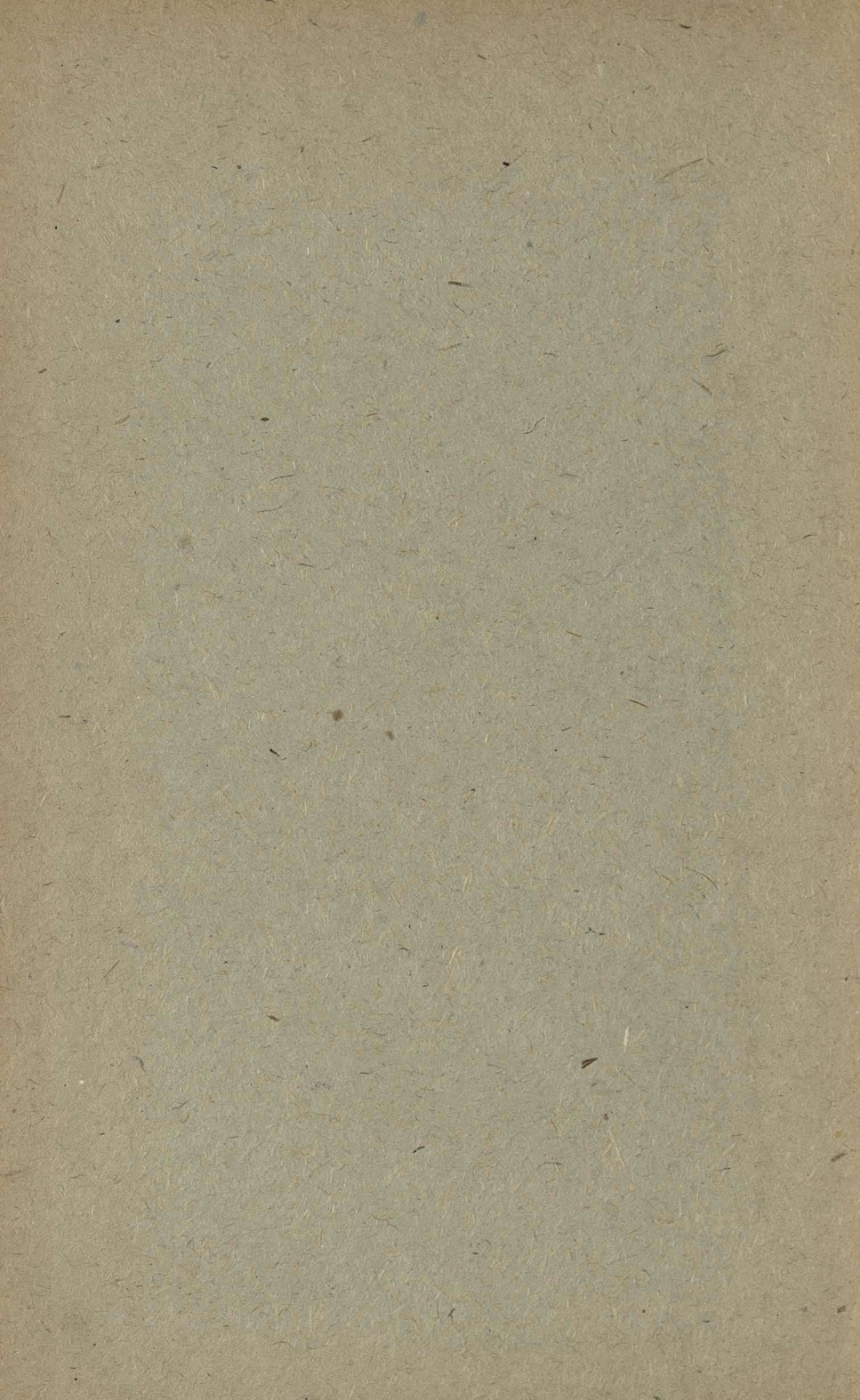
Д В У Х М Е С Т Н Ы Е П Л А Н Е Р Ы

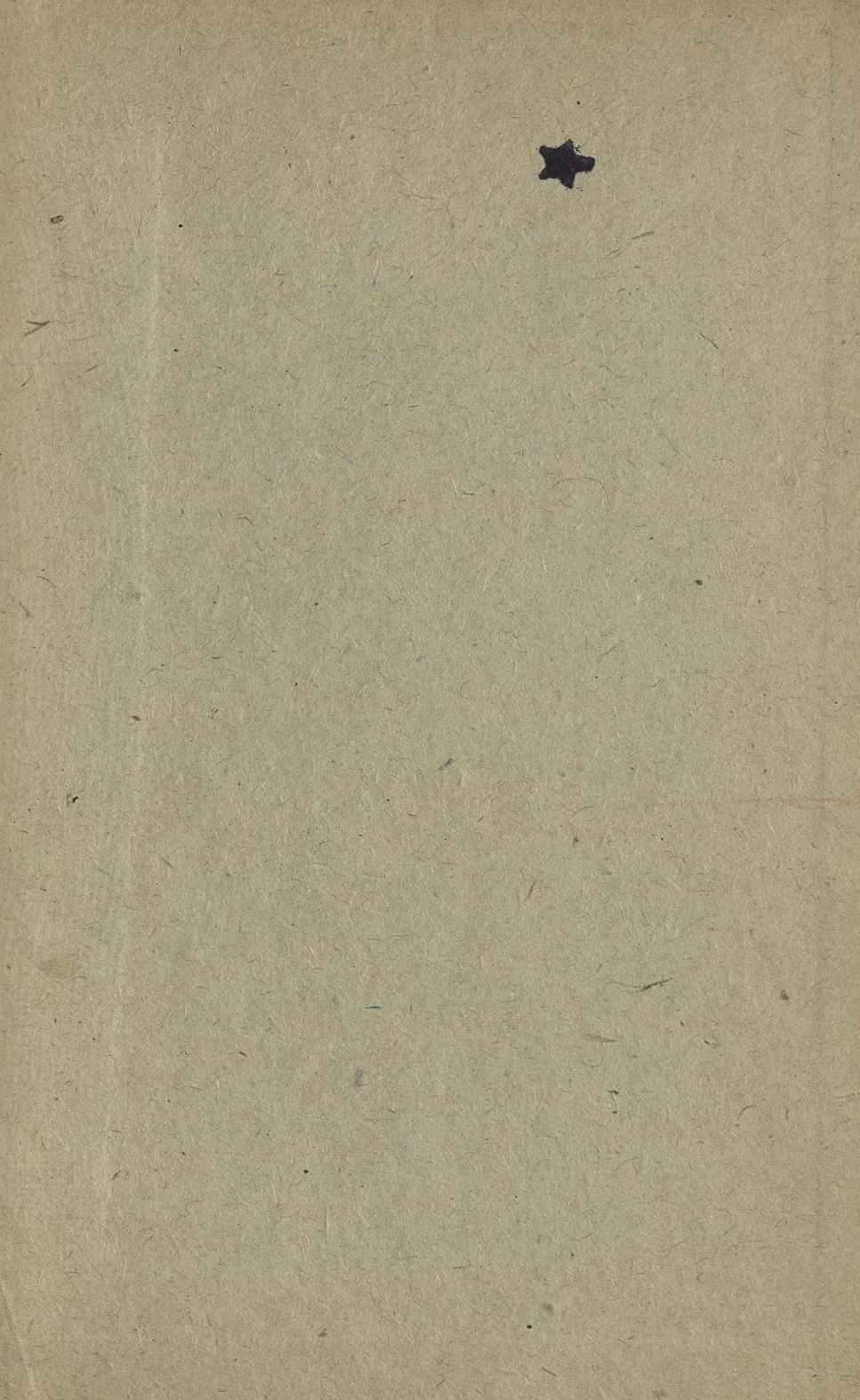
Годы	Страна	Место	Пилот	Планер	Дальность полета		Примечание
					Советский рекорд в км	Мировой рекорд в км	
1925	СССР	Крым—Коктебель	Юнгмейстер	«Никетородец»	—	11,5	3-е Всесоюзные состязания
1929	Германия	Рен	Гренгоф	«Ренадлер»	—	33,3	10-е Ренские состязания
1932	СССР	Крым—Коктебель	Цесков	«Б-3»	15,3	—	8-й слет планеристов
1933	Германия	Рен	—	—	—	76	10-й слет планеристов
1934	СССР	Крым—Коктебель	Макаров	Ш-5	60	—	

II. Сравнение работы и достижений слетов планеристов

Годы	Олет	Полетов			Налет			Максимальное время			Рекорды	
		Учебных и испытательных	Парадных	Всего	Учебных и испытательных	Парадных	Всего	На планер	На летчика	Продолжительность	Дальность в км	Высота в м
1923	1-е испытание	41	2	43	0 ч. 22 м.	1 ч. 44 м.	2 ч. 06 м.	1 ч 51 м	1 ч. 51 м.	1 ч. 2 1/2 м.	1,6	100
1924	2-е »	около 552	около 20	572	около 7 ч.	около 20 ч.	27 »	7 » 56 »	7 » 31 »	5 » 15 1/2 »	—	312
1925	3-е состязания	около 314	около 60	374	около 6,5 ч.	около 55 ч.	6 » 32 »	18 » 03 »	18 » 03 »	12 » 06 »	24,4	435
1927	4-е испытания	—	—	около 700	—	—	—	—	—	—	15,0	—
1928	5-е »	107	25	132	1 ч. 13 м.	6 ч. 30 м.	8 ч. 17 м.	3 ч. 04 м.	3 ч. 00 м.	1 ч. 02 м.	15,0	375
1929	6-е состязания	473	115	588	7 » 19 »	92 »	99 » 19 »	22 » 12 »	—	10 » 22 »	34,6	1520
1930	7-й слет	3 987	140	4 127	35 » 26 »	65 »	100 » 26 »	—	—	—	—	—
1932	8-й »	62	600	662	11 » 44 »	750 »	761 » 44 »	71 ч. 06 м.	55,6 ч.	14 ч. 48 м.	43,5	2230
1933	9-й »	980	820	1 800	около 100 ч.	828,5	около 930 ч.	77 »	60,3 »	15 ч. 47 м.	48	2530
1934	10-й »	418	611	1 029	206 ч. 56 м.	703 ч. 41 м.	910 ч. 40 м.	—	—	24 ч. 10 м.	97	2320







Цена 3 руб.



2020188888